



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE
CIEMA-UNI**

**GESTIÓN DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL
HOSPITAL ALEMÁN NICARAGÜENSE DE MANAGUA**

Tesis sometida a la consideración del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente para optar al título de Maestro en Ingeniería Ambiental.

Ing. Karla Jaqueline Blandón Rivera.

Tesis sometida a la consideración del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente para optar al título de Maestro en Ciencias Ambientales.

Lic. Zunilda del Carmen Castellanos Corrales.

Tutor: MSc. Ing. Yalena Navarro Cajina.

Managua, Nicaragua. Febrero 2007.

DEDICATORIA

Dedico la culminación de este esfuerzo a Dios por sobre todas las cosas y a mi Madre del Cielo.

A mi familia amada: Mis padres Zunilda Corrales y Antonio Castellanos. Mis hermanos Luis y Edwin (q.e.p.d), mis hermanas Lucía, Berenice, Elvia, Luby y Martha Minón. A mis sobrinos preciosos y a todos los seres que amo y que siempre han estado conmigo, sobre todo cuando más los he necesitado.

A mi compañera de tesis Ing. Karla Blandón Rivera.

Zunilda Castellanos Corrales.

DEDICATORIA

Te dedico y doy gracias Padre Eterno y María Santísima por darme la salud y fortaleza para lograr la conclusión de este reto en mi vida.

A mi madre Martha Alicia Rivera Sáenz que tu espíritu emprendedor me sirve de ejemplo. Gracias por tu amor y por siempre darme tu apoyo.

A mi abuelita Alicia (q.e.p.d), que con tu recuerdo siempre me inspiras a seguir adelante, gracias por todo el amor que me diste.

A mi tía Lesbia Rivera Sáenz que eres el mejor ejemplo que todo se puede con esfuerzo y dedicación gracias por tu cariño invaluable.

A mi hijo Javier Josué que eres la mayor felicidad y lo más importante de mi vida y por quien seguiré luchando.

A mi esposo Javier Espinoza Rodrigues te dedico este logro por todo el amor que me das y todo lo que significas en mi vida.

A un amigo muy especial que ya es parte de mi familia José Antonio Aguilar por todo tu apoyo incondicional y comprensión en los momentos difíciles.

A mi compañera de tesis Zunilda Castellanos Corrales en quien no solo encontré una compañera que trabaja hombro a hombro sino una gran amiga.

Karla Jacqueline Blandón Rivera.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer en primer lugar a Dios su infinito amor, por habernos enviado la Luz de su Espíritu Santo para iluminarnos, ayudarnos y animarnos a continuar adelante durante todo el proceso que conllevó la realización de esta Maestría y este trabajo de tesis, sobre todo en los momentos más difíciles que se nos presentaron. **¡GRACIAS PADRE!**

A nuestra tutora, la Ingeniera Yalena Navarro, por habernos sugerido la realización de este trabajo, por todo el apoyo, sugerencias y comentarios que nos brindó desde el principio hasta el fin. A la Ingeniera Rosa Inés Martínez del MINSA, quien fue nuestro contacto con las autoridades del Hospital Alemán Nicaragüense (HAN). A las autoridades de este hospital por todas las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo, en especial al Doctor Noé Trejos, Director del Subcomité de Desechos Sólidos del HAN, a la señora Ana Julia Gazo, Responsable de Ornato y Limpieza, a los señores Roberto Ramírez Padilla, Roberto Mayorga López, Julio Ruiz Álvarez, Marlon Pacheco Delgado, Juan López y a Estela, por haber colaborado con nosotros durante el periodo de muestreo y recopilación de información del hospital.

Nuestro agradecimiento también para la Doctora Maribel Duriez, docente del CIEMA-UNI, quien nos asesoró durante la etapa de elaboración del protocolo, al Doctor Mijaíl Pérez Director del Centro de Malacología de la UCA por las sugerencias estadísticas que nos proporcionó para la interpretación de los datos de campo. Al director del CIEMA-UNI Ing. Sergio Gámez, a nuestros docentes y personal de este Centro que nos apoyaron de una u otra forma.

A nuestras familias y amigos que siempre tuvieron palabras de aliento y de amor para apoyarnos y animarnos.

Finalmente y de manera personal agradezco al CIDEA-UCA por todo el apoyo y facilidades que se me otorgaron durante mis estudios en esta Maestría y culminación del trabajo de tesis. *Zunilda.*

A todos ustedes, nuestro más sincero agradecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Atención en Salud Hospital Alemán Nicaragüense (HAN), ubicado en el distrito VI de la ciudad de Managua. El objetivo general propuesto consistió en Proponer un sistema de gestión de los desechos sólidos hospitalarios (DSH) comunes y peligrosos sin incluir los radiactivos, generados en el hospital en mención. La necesidad de realizar un trabajo de este tipo, surgió a raíz de la problemática que representa para el medioambiente y para la salud de la personas en general, el manejo inadecuado que desde siempre se le ha efectuado dado a esta clase de desechos. En Nicaragua se ha realizado una serie de trabajos de investigación sobre los desechos sólidos hospitalarios en diferentes hospitales a nivel nacional, pero los mismos se han referido al abordaje de la problemática desde el punto de vista de la caracterización y del manejo que se le da a estos desechos, pero en ninguno de ellos se ha brindado alternativas y planes de manejo que ayuden a los hospitales a efectuar un manejo adecuado y seguro de los desechos sólidos que en ellos se produce.

Para alcanzar el objetivo general propuesto, se efectuaron una serie de actividades, las que incluyeron: La cuantificación de los DSH producidos en el HAN durante el periodo de muestreo de siete días continuos, según establece la literatura consultada, además de un periodo de validación de datos de dos días. También se elaboró un listado de los DSH, se identificaron los problemas existentes en el manejo actual de éstos desechos en el HAN, y se elaboró una propuesta de plan de manejo seguro de los DSH. Aunque uno de los objetivos específicos era el de proponer un sistema de tratamiento para los DSH, este no pudo ser llevado a cabo como tal, debido a que posterior al periodo de muestreo, el HAN adquirió un incinerador para el tratamiento de sus desechos patológicos y cortopunzantes, en vista de lo cual se elaboró una propuesta de plan de manejo seguro y sistema de tratamiento alternativo y disposición final de los DSH generados en el HAN, para preveer fallas futuras del incinerador.

La hipótesis planteada, fue que existía un mal manejo de los DSH en el centro de atención en salud primario, Hospital Alemán Nicaragüense, el cual ponía en riesgo la salud de las personas involucradas con estos desechos. La metodología empleada es la establecida por el CEPIS y la OPS/OMS para este tipo de estudios. Las variables cuantitativas analizadas fueron: peso, volumen y

densidad, mientras que en las variables cualitativas se incluyeron, la composición física de los DSH, las prácticas usuales aplicadas al manejo de éstos residuos, las técnicas utilizadas para la recolección transporte y disposición, así como las condiciones que presenta el sitio de disposición final de las DHS dentro del hospital y el sistema de tratamiento empleado.

Los resultados obtenidos indicaron que durante el periodo de muestreo se produjo un total de **2,497.95 Kg**, con una producción promedio total de **356.85 Kg/día**, siendo el día lunes donde se registró la mayor producción de desechos sólidos, **516.36 Kg/día**, tanto en el turno de la mañana, como en el de la tarde, de todas las salas, mientras que el día domingo fue donde se registró la menor producción diaria con **218.41 Kg/día**, correspondiente al turno de la mañana, de todas las salas. Se encontró que los datos de validación obtenidos durante este periodo indican que efectivamente existe mayor producción de DSH durante la semana con relación al fin de semana y que de igual manera es en las salas de atención a pacientes del quirófano y cirugía es donde hay mayor producción de DSH con un peso total de **598.18kg**.

La cuantificación unitaria de DSH (Kg/paciente/día), realizada en el periodo de muestreo, reveló que en la sala de ginecología es donde se atiende a un menor número de pacientes por día y es la sala donde se da la mayor generación de DSH con **4.36 Kg/paciente/día**, mientras que en las salas donde se registró la menor generación de DSH en promedio correspondieron a las salas de consulta externa y emergencia con **0.06 Kg/paciente/día** y **0.21 Kg/paciente/día** respectivamente. De igual forma, los resultados de la validación de datos coincidieron con los obtenidos durante el muestreo.

Con relación a la composición física de los tipos de DSH producidos en el HAN, se determinó que la mayoría de éstos son desechos patológicos los que representaron un total de **75.23 Kg**, mientras que los desechos orgánicos significaron **25.91 Kg** en los siete días de muestreo. Los DSH que se produjeron en menor cantidad en este periodo correspondieron al vidrio, aluminio y tela, con **0.71 Kg**, **2.15 Kg** y **9.37 Kg** respectivamente. Durante el periodo de validación, se registraron resultados semejantes a los anteriores. Los cortopunzantes representaron un total en la semana de **104.54 kg**. El mayor porcentaje promedio correspondió a los desechos patológicos con **44.48%**, los componentes con menor porcentaje promedio fueron el aluminio (**0.58 %**) y el vidrio (**0.51 %**). Los resultados

registrados durante la validación de datos fueron similares. Los cortopunzantes representaron en el periodo de muestreo el **19.61 %**.

La densidad promedio durante el muestreo fue **509.51 Kg/m³**, siendo los desechos más densos los restos patológicos, con promedio por día de **315.47 Kg/m³**, seguidos por desechos orgánicos, los que representaron 88.57 Kg/m³, los DSH menos densos fueron los residuos de vidrio cuyas cantidades encontradas y expresadas en kilogramos fueron despreciables, por lo que al calcular su densidad ésta dio un resultado de **0.00 Kg/m³**. El segundo tipo de residuos con menos densidad promedio fue el aluminio con **5.97 kg/m³**.

El HAN posee, su propio Sistema de Gestión Operativa Interna de DSH, el que está a cargo del Subcomité de Desechos Sólidos. Este sistema funciona con muchas limitantes, pues se observó una serie problemas en el establecimiento y aplicación de este sistema; por ejemplo, la segregación de los DSH es parcial, hay algunos desechos peligrosos cortopunzantes que se mezclan con los desechos sólidos comunes. Los desechos patológicos si son segregados desde la sala de Labor y Partos y en ningún momento se mezclan con los demás. El sistema de etiquetado se aplica en algunos barriles plásticos ubicados en las afueras de las salas de generación de DSH, pero no se usan adecuadamente. La acumulación de los desechos sólidos primaria se realiza en el interior de las distintas salas de HAN, mientras que la secundaria se realiza en diferentes puntos comunes a varias salas donde se depositan indistintamente las bolsas con los desechos sólidos generados en estas salas. No se observó acumulación de desechos en las salas de atención a pacientes, ni en los pasillos.

Existen dos turnos de recolección de DSH durante los días de la semana (mañana y tarde), en cambio, el fin de semana solo existe un turno de recolección durante la mañana. La forma de transportación de los desechos sólidos no cumple con los requisitos básicos para este tipo de desechos según la literatura consultada. Tanto en el momento de la acumulación primaria, transporte interno, acumulación secundaria y temporal, se mezclan todos los desechos peligrosos y comunes. La falta de cumplimiento de las normas de bioseguridad, fue otro problema encontrado en el sistema de gestión interna del HAN. La recolección y transporte externo está a cargo de la Alcaldía de Managua, la cual en ocasiones no cumple con el periodo de recolección establecido en tres veces a la

semana, lo que ocasiona una acumulación de los DSH en el sitio de almacenamiento temporal del HAN.

Con relación al sistema de tratamiento y disposición de los DSH, al momento de realizar el muestreo para esta tesis, se pudo constatar que se aplicaba la quema a objetos cortopunzantes, misma que no era muy efectiva debido a la forma de hacerlo. A los desechos patológicos se les aplicaba el entierro en fosas ubicadas en el patio trasero del HAN, de igual manera de forma incorrecta, según la literatura consultada.

Se realizó una propuesta de plan de manejo integral de los DSH y sistema de tratamiento alternativo para los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos). El plan contempla varios aspectos destinados a mejorar el sistema de gestión interna de los DSH con que actualmente cuenta el HAN. El sistema de pretratamiento propuesto para los desechos patológicos es la cal y el sistema de disposición final alternativo es un relleno sanitario de emergencia, el cual según la literatura consultada es un método provisional y es adecuado tanto para desechos infecciosos, como para objetos cortopunzantes. En el caso de los cortopunzantes, antes de ser depositados en el relleno de emergencia, deben recibir algún tipo de tratamiento, para lo cual se propone como opción el sistema de tratamiento de encapsulado. Tanto el relleno de emergencia propuesto como el sistema de encapsulado para cortopunzantes son opciones económicas y viables para las condiciones del HAN, pero como todo sistema poseen ventajas y desventajas, las que se abordan con más detalle en los acápites correspondientes de éste trabajo de investigación.

Con relación a los DSH comunes, se propone la adquisición de dos camiones contenedores refrigerados para el transporte seguro hasta el sitio de disposición final. Para este caso se propone la adquisición de un terreno en las afueras de Managua, para la construcción de un relleno sanitario mecanizado, exclusivo para los desechos sólidos hospitalarios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
2.2 EL MARCO LEGAL EXISTENTE EN NICARAGUA.....	8
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1 JUSTIFICACIÓN	9
IV. OBJETIVOS	12
4.1 OBJETIVO GENERAL:.....	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	12
V. LIMITANTES DEL ESTUDIO	13
VI. HIPÓTESIS.....	13
VII. MARCO TEÓRICO	14
7.1 DEFINICIONES.....	14
7.1.1 Hospital.....	14
7.1.2 Funciones de un hospital.....	14
7.1.3 Clasificación de los hospitales.....	15
7.1.4 Dependencia.....	16
7.1.5 Desechos sólidos	16
7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS DESECHOS HOSPITALARIOS	17
7.3 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN UN CENTRO DE ATENCIÓN DE SALUD	17
7.3.1 Clasificación propuesta por el CEPIS en la "Guía para el manejo interno de residuos sólidos en los centros de atención de salud" (Monge, 1997)	17
7.3.2 Clasificación de la Organización Mundial de la Salud.....	18
7.3.3 Clasificación Alemana	19
7.3.4 Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).....	19
7.4 CARACTERÍSTICA DE LOS RESIDUOS HOSPITALARIOS.....	19
7.5 ASPECTOS ORGANIZATIVOS	23
7.5.1 Subdivisión del centro de atención de salud por servicios.....	24
7.5.2 Clasificación de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud	25
7.5.3 Determinación de responsabilidades	26
7.5.4 Estudio inicial de caracterización de los residuos generados	27
7.5.5 Aspectos técnico-operativos.....	28
7.5.6 Generación, segregación, tratamiento y acondicionamiento en el lugar de origen.....	29
7.6 EL ALMACENAMIENTO.....	34
7.6.1 Almacenamiento primario.....	34
7.6.2 Almacenamiento secundario	35
7.6.3 El almacenamiento central.....	36
7.6.4 Almacenamiento terciario	37
7.6.5 Recipientes desechables	41
7.6.6 Recipientes para cortopunzantes.....	42
7.6.7 Recipientes para laboratorio.....	44
7.7 EL TRANSPORTE	44
7.7.1 Horario.....	45
7.8 NORMAS DE BIOSEGURIDAD.....	47
7.8.1 Manejo de desechos hospitalarios	47
7.8.2 Elementos de protección personal para riesgo biológico	47
7.9 SISTEMAS DE TRATAMIENTO	48

7.9.1 Tratamiento.....	49
7.9.2 Criterios para la selección del tipo de tratamiento.....	59
7.9.3 Elementos para un sistema de monitoreo.....	60
7.10 DISPOSICIÓN FINAL.....	61
7.10.1 El Relleno sanitario especial (RSE).....	62
7.10.2 Fosa de seguridad.....	63
7.10.3 Fosa de seguridad para objetos cortopunzantes.....	64
7.10.4 Encapsulado.....	65
7.10.5 Relleno de emergencia.....	65
7.10.6 Qué es un relleno sanitario?.....	67
7.11 GESTIÓN OPERATIVA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS (DSH).....	74
7.11.1 La gestión operativa de los DSH.....	74
7.11.2 Manejo interno.....	75
7.11.3 Manejo externo.....	95
VIII. METODOLOGÍA.....	97
8.1 UBICACIÓN.....	97
8.2 UNIVERSO DEL TRABAJO.....	97
8.3 VARIABLES.....	97
8.4 MÉTODO O PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO.....	98
8.4.1 Técnica de muestreo.....	98
8.4.2 Descripción de los procedimientos empelados para el cálculo de las variables cuantitativas.....	99
8.4.3 Descripción de los procedimientos empleados para el cálculo de las variables cualitativas.....	101
8.4.4 Análisis estadístico de los datos obtenidos.....	102
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	103
9.1 PERFIL GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO: HOSPITAL ALEMÁN NICARAGÜENSE (HAN).....	103
9.2 ANÁLISIS DE LOS DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS PRODUCIDOS EN EL HAN DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO Y PERIODO DE VALIDACIÓN DE DATOS.....	109
9.2.1 Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN) durante el periodo de muestreo.....	109
9.2.2 Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN) durante el periodo de validación.....	113
9.2.3 Cuantificación de los DSH (Kg/turno/día) producidos por turno en el HAN durante el periodo de muestreo.....	115
9.2.4 Cuantificación de los DSH (Kg/turno/día) producidos por turno en el HAN durante el periodo de validación.....	120
9.2.5 Cuantificación unitaria de DSH (Kg/paciente/día).....	123
9.2.6 Listado de los tipos de DSH que se producen en el HAN.....	126
9.2.7 Composición física de los tipos de DSH (Kg/día) producidos en el HAN.....	128
9.2.8 Densidad (Kg/m ³) promedio/día de los DSH generados en el HAN.....	135
9.3 GESTIÓN OPERATIVA INTERNA DE LOS DSH EN EL HOSPITAL ALEMÁN NICARAGÜENSE.....	139
9.3.1 Gestión operativa interna de los DSH en el HAN y problemas identificados.....	140
9.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS APLICADO EN EL HAN.....	154
9.5 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO SEGURO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO ALTERNATIVO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DSH GENERADOS EN EL HAN.....	157
9.5.1 Propuesta de plan de manejo seguro de los DSH.....	157
9.5.2 Propuesta de construcción de un depósito para el almacenamiento temporal terciario de los DSH del HAN.....	169
9.5.3 Propuesta de sistema de tratamiento y disposición final alternativo para los DSH/P generados en el HAN.....	173
9.5.4 Propuesta de sistema de disposición final para los DSH generados en el HAN.....	176
X. CONCLUSIONES.....	178
XI. RECOMENDACIONES.....	182
XII. LITERATURA CONSULTADA.....	184
ANEXOS.....	191

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 7.1	21
Tabla 7.2	29
Tabla 7.3	66
Tabla 7.4	71
Tabla 7.5	79
Tabla 9.1	106
Tabla 9.2	107
Tabla 9.3	108
Tabla 9.4	111
Tabla 9.5	111
Tabla 9.6	114
Tabla 9.7	114
Tabla 9.8	116
Tabla 9.9	118
Tabla 9.10	120
Tabla 9.11	122
Tabla 9.12	123
Tabla 9.13	125
Tabla 9.14	129
Tabla 9.15	130
Tabla 9.16	132
Tabla 9.17	134
Tabla 9.18	136
Tabla 9.19	138
Tabla 9.20	139

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 9.1	112
Gráfico 9.2	115
Gráfico 9.3	117
Gráfico 9.4	119
Gráfico 9.5	121
Gráfico 9.6	122
Gráfico 9.7	124
Gráfico 9.8	126
Gráfico 9.9	129
Gráfico 9.10	131
Gráfico 9.11	133
Gráfico 9.12	134
Gráfico 9.13	136
Gráfico 9.14	138

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 7.1	34
Figura 7.2	42
Figura 7.3	43
Figura 7.4	45
Figura 7.5	53
Figura 7.6	57
Figura 7.7	59
Figura 7.8	64
Figura 7.9	70
Figura 7.10	71
Figura 9.1	128
Figura 9.2	142
Figura 9.3	144
Figura 9.4	145
Figura 9.5	148
Figura 9.6	148
Figura 9.7	150
Figura 9.8	150
Figura 9.9	150
Figura 9.10	150
Figura 9.11	151
Figura 9.12	151
Figura 9.13	152
Figura 9.14	152
Figura 9.15	153
Figura 9.16	154

ANEXOS

Anexo 1	
Anexo 2	Plano general del Hospital Alemán Nicaragüense.
Anexo 3	Las rutas que según la Jefa de Ornato y Limpieza del HAN se utilizaban para la recolección de los DSH.
Anexo 4	Ruta provisional seguida durante este estudio.
Anexo 5	Ruta propuesta para la recolección de los DSH producidos en el HAN.
Anexo 6	El plan de manejo seguro de los DSH producidos en el HAN.
Anexo 7a.	Base de datos para el cálculo del número de unidades de camiones contenedores refrigerados para la recolección de los desechos sólidos hospitalario en el HAN.
Anexo 7b	Base de datos para la determinación de áreas y volúmenes requeridos para el relleno sanitario del HAN.
Anexo 7c	Proyecciones de población y generación de residuos para cuatro periodos de cinco años cada uno del HAN.

I. INTRODUCCIÓN

La generación de desechos peligrosos es un tema de gran actualidad. El crecimiento exponencial registrado por estos residuos se ha reflejado en un aumento directamente proporcional de los riesgos que éstos representan para la salud humana y en el respectivo detrimento del medio ambiente. De especial importancia son los residuos sólidos generados en los centros de atención en salud, por el alto riesgo que representan, debido a su contenido de organismos patógenos, sustancias químicas y elementos radiactivos, entre otros.

Cualquier Instalación de Salud, por modesta que sea, requiere manejar responsablemente los materiales que descarta. La implementación de un sistema de gestión de desechos es una necesidad, tanto a pequeña como a gran escala, que no depende del tamaño del centro hospitalario, ni del caudal de desechos generados, sino de la necesidad de atacar a todos los niveles una fuente importante de accidentes y enfermedades infecto-contagiosas.

Los altos costos materiales y humanos hacen necesaria una seria intervención, capaz de incidir en todas las fases de manejo y gestión de los desechos, tanto al interior como al exterior de las instalaciones generadoras, comenzando con la segregación, pasando por el tratamiento y concluyendo con la disposición final. Esta tarea se puede realizar, inicialmente, motivando a todo el personal de salud, fortaleciendo sus conocimientos y capacidades y solicitando su colaboración. Por ello, todos deben participar en el establecimiento de las medidas de control y formar parte de la solución.

Un sistema adecuado de manejo de los residuos sólidos en un centro de atención de salud, permitirá controlar y reducir con seguridad y economía los riesgos para la salud asociados con los residuos sólidos. El correcto gerenciamiento de los residuos sólidos significa no sólo controlar y disminuir los riesgos, sino lograr la minimización de los residuos desde el punto de origen, lo cual elevaría también la calidad y eficiencia de los servicios que brinde el centro de atención de salud.

Los aspectos de generación, manejo y disposición final de residuos sólidos hospitalarios, en nuestro país debe ser considerada como un problema del medio ambiente, la inapropiada recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos sólidos hospitalarios puede provocar

daños físicos serios e infecciones graves al personal que labora en los hospitales, a los pacientes y a la comunidad en general.

En el presente estudio se realiza una propuesta de gestión integral de los desechos sólidos hospitalarios (DSH) generados en el centro de atención en salud primario Hospital Alemán Nicaragüense (HAN). Esta propuesta está basada en el diagnóstico del manejo actual de los DSH. También se abordan todas las fases del manejo de los DSH, se intenta profundizar en aquellos aspectos que son responsabilidad del personal encargado del manejo de los DSH del HAN, en la caracterización de estos desechos y en la necesidad de reducir la generación de desechos peligrosos, entre otros factores. Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos se elaboró la propuesta de un plan de manejo seguro de los DSH y sistema de tratamiento alternativo y disposición final de los DSH generados en el HAN, acorde a la situación económica del hospital.

Por considerarse de vital importancia para los trabajadores vinculados con el manejo de los desechos sólidos de este centro, se propone un componente de capacitación educativo para los trabajadores y autoridades de dirección y administración dentro de la propuesta de Plan de manejo seguro de los DSH generados en el HAN, contribuyendo de ésta manera a reducir los accidentes laborales ocasionados por la falta de conciencia alrededor del tema en cuestión.

II. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes del problema

Los establecimientos hospitalarios de las capitales Centroamericanas generan más de siete toneladas métricas diarias en promedio de Desechos Sólidos Peligrosos, los cuales están siendo manejados juntamente con los desechos comunes, convirtiéndose así en un factor de alto riesgo para la salud pública y el medio ambiente (Umaña, 1996).

Conscientes de esta situación en 1995 los gobiernos de Centroamérica firmaron el Convenio de financiamiento con la Unión Europea, identificado como programa ALA 91/33, cuyo objetivo primordial es Establecer un sistema auto sostenido de Manejo de Desechos Sólidos de Origen Hospitalario en las Capitales de Centroamérica, con el fin de disminuir el peligro de contaminación ambiental y los riesgos en la salud pública.

Para ello se han realizado estudios de preinversión, que han permitido calcular las capacidades y características de los equipos de recolección, transporte y tratamiento, estimándose los costos de operación y mantenimiento que oscilan entre 0.15 a 0.22 centavos de dólar U\$ por Kg. tratado (Umaña, 1996).

En 1996 se realizó un estudio sobre la Gestión de los Desechos Sólidos Hospitalarios en las Capitales de Centroamérica por parte del Programa ALA 91/33. Algunas de las conclusiones a las que llegaron es que sólo en San José de Costa Rica se produce casi 3.7 millones de kilos de DSH/P por año. Las capitales centroamericanas, globalmente, producen más de 14 millones de kilos por año. También concluyeron que salvo algunas excepciones, sobre todo entre centros hospitalarios privados, el manejo de los DSH/P en las capitales de América Central es inadecuado.

Según revisión efectuada en la página electrónica de la Universidad de Costa Rica www.ucr.ac.cr, específicamente en la página del Sistema de Biblioteca (www.sibdi.bltdt.ucr.ac.cr) para conocer los tipos de investigaciones que se han desarrollado y reportado en ese país, alrededor del tema desechos sólidos hospitalarios, se encontraron 11 resultados referidos a este tema. La mayoría de estos trabajos reportados han sido trabajos finales de graduación efectuados en diferentes centros

hospitalarios del país, lo que no se pudo conocer es si alguno de ellos fue ejecutado bajo del Programa ALA 91/33.

En Honduras, según un informe del Programa Regional del Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios que impulsa la Unión Europea en Centroamérica, sólo en la capital Tegucigalpa, se producen a diario 4,154 kilos de basura en los veintiún hospitales habidos ahí. En esos veintiún hospitales existen 2,905 camas, las cuales todos los días producen 4.21 kilos de desechos cada una y de esos casi un kilo y medio (1.43) son desechos peligrosos, a diario más de 2,904 kilos de basura peligrosa salen de los centros hospitalarios y nadie sabe cómo los manejan y qué hacen con ellos. Específicamente en San Pedro Sula, el manejo de los desechos no existe y el único incinerador existente es el del hospital "Mario Catarino Rivas" que está en mal estado desde hace varios años (www.laprensahn.com/nacionales).

Para el caso en Estados Unidos, cada año se enferman de SIDA 64 empleados hospitalarios y doce mil contraen hepatitis de varios tipos al contacto con esos residuos principalmente agujas o equipo quirúrgico. De éstos 250 fallecen. Las cifras revelan además que ahí entre el diez y quince por ciento de los pacientes contraen otras infecciones en su estadía en esos centros hospitalarios y el 50 por ciento de esa incidencia ocurre por inadecuadas prácticas sanitarias. Es, sin embargo, el personal de los hospitales el que está en principal riesgo de contagiarse al manejar estos desechos, pues, según las estadísticas, el 18 por ciento se enferma con objetos cortopunzantes como bisturís u otro equipo quirúrgico, y otro 18 por ciento contrae enfermedades al manipular contenedores con basura y un 14 por ciento por pinchazos con agujas. De éstos el 27 por ciento es personal de enfermería, un veinte por ciento son trabajadores de la limpieza y los residentes y cirujanos se enferman en menor grado por esa circunstancia (www.laprensahn.com/nacionales).

En México se estima el riesgo de accidentes causados por desechos peligrosos según categorías ocupacionales así: Trabajadores de limpieza 35 por ciento, personal de enfermería 27 por ciento, estudiantes de medicina 20, residentes de medicina 7, cirujanos 4, laboratoristas 3, anestesiólogos 2 y jardineros 2 por ciento. Esta mayor incidencia en los trabajadores de la limpieza es porque corren mayor riesgo al manipular desechos, no conocen la magnitud del riesgo que enfrentan ni las normas

de seguridad e higiene para prevenirlo, hay una inadecuada separación de los residuos y existe una actitud de descuido difundida (www.laprensahn.com/nacionales).

Un reporte de la Asociación Paulista de Estudios de Control de Infecciones Intrahospitalarias de Brasil señala que ahí se registran 70 mil casos de accidentes de trabajo por año debido al uso inadecuado de los desechos sólidos hospitalarios peligrosos.

Una de las deficiencias radica además en que los restos de alimentos provenientes de los servicios y de pacientes con enfermedades infectocontagiosas o depositados en recipientes donde se mezclan con desechos comunes, los sólidos relacionados a los radio-fármacos no sellados, ampollitas, jeringas, agujas, guantes y algodón, son cargados en cajas de plomo en un cuarto sin restricciones de acceso y sin ningún tipo de precauciones y los líquidos, incluyendo las aguas procedentes del lavado de las vidrierías, de la ropa contaminada, excreciones de los pacientes y líquidos radioactivos son vertidos en el alcantarillado sin ningún tratamiento o precaución. La práctica de arrojar los residuos hospitalarios peligrosos a los vertederos junto con los desperdicios municipales, crea un grave riesgo para la salud de los ``pepenadores" ``buzos" o rebuscadores de basura, la salud pública en general y el ambiente (www.laprensahn.com/nacionales).

La situación de los Desechos Sólidos Hospitalarios en Panamá, es totalmente diferente a las anteriores, éstos no tienen contacto con el personal, pues son enviados en contenedores por elevador, luego trasladados en camiones a un depósito temporal, en espera de que sean retirados por el Municipio de Panamá.

El Departamento de Admisión de la Unidad Técnica de Salud y Seguridad Ocupacional y Ambiental de la Caja de Seguro Social (CSS), a través de volantes, informa a todos los que llegan al Complejo Hospitalario Metropolitano sobre la importancia de los desechos y su debida segregación, especialmente los comunes, porque son los que más se generan. También están implementando un plan piloto para etiquetar las bolsas de basura para saber de dónde provienen los desechos y la instalación de televisores en cada sala para reproducir videos que ilustren sobre el manejo de los desechos sólidos hospitalarios.

En el Hospital San Miguel Arcángel una empresa recolecta los desechos y tienen una instalación específica para cada uno de estos desperdicios. La basura peligrosa se deposita en un local con aire acondicionado y es aislada del resto de las instalaciones en las que haya desperdicios comunes, como es el caso de las oficinas y la cocina. Cada oficina tiene un recipiente con bolsas negras para la basura normal, y en los lugares donde se manejan desperdicios peligrosos como las salas de parto, usan cestos con bolsas rojas.

Actualmente se recoge un promedio mensual de 106 toneladas de desperdicios. A los empleados se les proporciona guantes, botas, mascarillas, gorras, delantal y tienen un programa de vacunación cada seis meses contra todas las enfermedades de las que puedan infectarse. Los empleados deben bañarse al entrar y salir con agua caliente, su ropa es lavada en una tina especial y no pueden llevársela a su casa (www.elpanamerica.com.pa/archive/12212002/nacion/shtml).

En **Nicaragua**, en marzo de 1992 se publicaron los **Resultados Preliminares sobre el Estado Actual de los Hospitales de Managua**. Según los datos obtenidos, el estudio solo se realizó en seis hospitales, pero no se menciona cuales fueron. Este estudio estuvo basado en la administración, organización, producción de servicios, atención, recursos humanos, etc., aborda un poco el tema de la limpieza, pero no el destino de los desechos sólidos generados en estos hospitales. Las conclusiones al respecto fueron que *“la limpieza de los hospitales es muy mala, existe una inadecuada distribución de los recursos, las áreas de limpieza se han ido aumentando, los equipos y materiales han disminuido, además no existe una supervisión sistemática”* (MINFIN, MINSA, OPS, OMS, 1992).

Los estudios hasta ahora existentes en Nicaragua sobre el manejo de los desechos sólidos generados en diferentes centros hospitalarios, han sido trabajos realizados por estudiantes de las carreras de Ecología y Biología de la Universidad Centroamericana (UCA) y de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), como trabajos de graduación. En la Biblioteca de la UCA se encontraron 5 trabajos de Tesis referidos al Diagnóstico y Caracterización de los desechos sólidos hospitalarios en los hospitales: *Manuel de Jesús Rivera La Mascota de Managua (1999)*, *Humberto*

Alvarado Vásquez de Masaya (1999), Alejandro Dávila Bolaños de Managua (1999), Oscar Danilo Rosales de León (2000) y José Nieborowsky de Boaco (2000). Los tres primeros fueron realizados dentro del marco del Convenio del Programa ALA 91/33.

En 1999, se realizó otro estudio como trabajo de graduación de Maestría titulado **Estudio sobre el Manejo y Disposición Final de los Desechos Sólidos Hospitalarios en Managua**. En este trabajo se estudiaron los Hospitales Manolo Morales Peralta, Berta Calderón López y Antonio Lenín Fonseca. La evaluación se realizó por un periodo de siete días por hospital y contempló la caracterización física de las basuras, generación promedio por cama o paciente por día, densidad de la basura y prácticas del manejo en las unidades hospitalarias y en la disposición final; mediante muestreos, clasificación y pesaje de los desechos sólidos y entrevistas al personal involucrado. Este trabajo fue realizado por parte de dos estudiantes de la Maestría en Ingeniería Ambiental del Programa de Investigación, Docencia y Medio Ambiente de las Universidad Nacional de Ingeniería (PIDMA-UNI).

Algunas de las conclusiones de los estudios realizados en los diferentes hospitales de Nicaragua son:

- En los hospitales Manolo Morales, Berta Calderón y Lenín Fonseca todos los desechos hospitalarios independientemente de su procedencia, son manipulados por personal no calificado y almacenados sin ninguna precaución antes de depositarse en el basurero municipal.
- No se dispone de facilidades de incineración – a excepción del Berta Calderón y con muchas dificultades en el equipo de incineración– por lo tanto, los residuos sólidos son derivados en su conjunto a la recolección municipal sin previa separación de los desechos infecciosos, practicándose separación parcial incompleta de los restos humanos.
- El enterramiento es realizado de manera ineficiente.
- La recolección por parte de la Alcaldía de Managua es ineficiente.
- El promedio total de residuos peligrosos para estos tres hospitales fue de 44.13%, superior al 20% establecido en estudios de las OMS.

2.2 El marco legal existente en Nicaragua

El marco legal existente en Nicaragua alrededor de los desechos sólidos hospitalarios puede resumirse de la siguiente forma:

En enero de 2003, el MINSA dio a conocer la **Ley General de Salud, Ley No. 423 y su Reglamento**. Fue publicada en La Gaceta Diario Oficial el 17 de mayo de 2002.

En junio del 2002 el Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC) emitió la ***Norma para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos***, esta norma fue publicada en noviembre de ese mismo año y aborda específicamente cuales son los criterios para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos.

En 1989 el MINSA emitió **Las Disposiciones Sanitarias y Reglamento de Inspección Sanitaria**, el cual fue publicado en La Gaceta, Diario Oficial el 21 de octubre de 1988.

El 1980, el Ministerio de Salud (MINSA), elaboró el **Reglamento General de Hospitales**, cuyo contenido se basa en las definiciones, funciones, clasificaciones, organización, estructura y administración de los hospitales del país.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Justificación

Según estudios realizados en los hospitales de las capitales Centroamericanas en el año 1996, se estima una producción de desechos sólidos hospitalarios peligrosos para la ciudad de Managua de 8.3 toneladas/día, equivalente a un promedio de 0.64 kg/cama/día; de los cuales el 15% son infecciosos, un 4% químico o farmacéuticos, y un 1% radioactivo, drogas, envases presurizados (MINSA/OPS, 1996). Estos resultados reportados por el MINSA y la OPS en 1996 son bajos comparados con las altas cifras reportadas por Peña y Wheelock en 1999, quienes obtuvieron valores de 1.57, 1.37 y 1.51 Kg/cama/día en los hospitales Manolo Morales, Berta Calderón y Lenín Fonseca respectivamente; al igual que con los resultados reportados por Rodríguez y Rivera en 1999 quienes obtuvieron un promedio general de 1.25 Kg/cama/día en el hospital Militar Alejandro Dávila Bolaños. Estos datos indican claramente que la tendencia de producción de desechos sólidos hospitalarios en Nicaragua aumentará con el paso del tiempo.

Las cifras altas en las cantidades de generación de desechos sólidos hospitalarios obedecen que en los hospitales de Nicaragua no cuentan con un sistema de separación de los desechos sólidos, los cuales están siendo manejados conjuntamente con los desechos comunes, convirtiéndose, así en un factor de alto riesgo para la salud pública y el medio ambiente, debido a que los centros hospitalarios no se encuentran separados, ni física, ni biológicamente de la comunidad a la cual brindan sus servicios.

Algunas de las deficiencias identificadas en el manejo de los residuos sólidos, radica en que los restos de alimentos provenientes de los servicios y de pacientes con enfermedades infectocontagiosas son depositados en recipientes donde se mezclan con desechos comunes; los sólidos relacionados a los radio-fármacos no sellados, ampolletas, jeringas, agujas, guantes y algodón, son cargados en cajas de plomo en un cuarto sin restricciones de acceso y sin ningún tipo de precauciones; y los líquidos, incluyendo las aguas procedentes del lavado de las vidrierías, de la ropa contaminada, excreciones de los pacientes y líquidos radioactivos son vertidos en el alcantarillado sin ningún tratamiento o precaución.

Las inadecuadas prácticas en el manejo de los desechos sólidos hospitalarios al ser tratados como basura común conlleva a consecuencias impredecibles y de muy alto riesgo en la transmisión de enfermedades infectocontagiosas, tales como la hepatitis B que es una de las enfermedades de mas fácil transmisión, tuberculosis, tifus, diarreas, incidentes con sustancias toxicas y radiactivas, accidentes con objetos corto punzantes especialmente los que provienen de áreas de aislamiento y de pacientes con SIDA, ya que existen estudios que evidencian altos índices de accidentes por cortaduras o punzaduras con agujas descartadas que pueden contener el virus transmisor del VIH en estado viable. Todo esto no es solo altamente peligroso para el personal involucrado sino también para la población externa.

En los informes de inspecciones sanitarias realizadas por el MINSA en los hospitales capitalinos se han identificado limitaciones que son producto algunas veces de carácter arquitectónico de los hospitales, desconocimiento de la implicancia sanitaria y económica, falta de recursos materiales y conocimiento tecnológico.

Desde el punto de vista sanitario con todo lo anterior descrito sobre el manejo actual de los desechos sólidos hospitalarios, es de vital importancia la realización de estudios sobre la situación del manejo de estos residuos y su incidencia en la salud, es por eso que se necesitan investigaciones sobre el manejo de los DSH que no solo identifiquen los problemas, sino que den respuesta a los mismos mediante la implementación de técnicas operacionales que puedan ser adoptados en los hospitales de nuestro país, tomando en cuenta la situación económica de los mismos. Pero también es importante la realización de programas y propuestas para la minimización de desechos en las áreas de generación, mediante el reciclaje y reutilización de algunos componentes, por ejemplo.

El presente estudio pretende dar una respuesta a la problemática identificada, planteando el diseño de una adecuada gestión integral de los desechos sólidos hospitalarios en el Centro de atención en salud primario Hospital Alemán Nicaragüense (HAN). Este diseño estará constituido por un sistema único de recolección, proporcionando los respectivos recorridos internos de los desechos sólidos, hasta un sitio de recolección para luego proponer un sistema de tratamiento adaptado a las condiciones económicas de este centro hospitalario, además de una propuesta de componente de capacitación para el personal encargado del manejo de los desechos sólidos en este centro.

Se espera que los resultados obtenidos de esta tesis se tomen como base para la realización de otros estudios similares en los demás hospitales del país, de forma que garanticen una gestión integral de los desechos sólidos hospitalarios, para proteger la salud de la población en general y del medio ambiente en su conjunto.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

- Proponer un sistema de gestión de los Desechos Sólidos Hospitalarios (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) generados en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN).

4.2 Objetivos específicos:

- Realizar la cuantificación de los Desechos Sólidos Hospitalarios (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos), generados en el hospital en estudio.
- Elaborar un listado de los tipos de DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos), generados en el HAN.
- Identificar los problemas existentes en el manejo de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos).
- Elaborar un plan que garantice el manejo seguro de los DSH antes mencionados.
- Proponer un sistema de tratamiento para los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) generados en el HAN.

V. LIMITANTES DEL ESTUDIO

Las principales limitantes encontradas durante la realización de este estudio fueron las siguientes:

- Falta de información relacionada con estudios anteriores realizados sobre la caracterización de los DSH del Hospital Alemán Nicaragüense, lo que no nos permitió realizar comparaciones con los resultados obtenidos en este trabajo.
- Falta de apoyo financiero de parte del MINSA.

VI. HIPÓTESIS

Existe un manejo inadecuado de los desechos sólidos hospitalarios en el centro de atención en salud primario Hospital Alemán Nicaragüense, el cual pone en riesgo la salud de las personas involucradas, por lo que amerita un adecuado sistema de gestión integrado para mejorar el manejo de los mismos.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1 Definiciones

7.1.1 Hospital

El hospital es una institución de salud dentro del marco del sistema regionalizado, que cuenta con las camas y demás recursos necesarios para la adecuada atención preventivo-curativa especializada o no de enfermos, presuntos enfermos, embarazadas y que conjuntamente con la atención de servicios para la observación, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los pacientes, realizan actividades de docencia e investigación (MINSA, 1980).

7.1.2 Funciones de un hospital

La función principal del hospital consiste en prestar servicios calificados de atención médica a la comunidad. Esta atención será de carácter integral, teniendo dentro de sus objetivos la recuperación y conservación del estado de salud. Los servicios preventivos comprenderán básicamente la educación sanitaria, la higiene del trabajo, la prevención de la invalidez física y mental y de las enfermedades crónicas, el control de las enfermedades transmisibles, la vigilancia adecuada del crecimiento y desarrollo del niño y el control periódico de la embarazada, la atención de su parto y su puerperio. Para la recuperación de la salud, realizará acciones encaminadas al diagnóstico y tratamiento oportuno de las enfermedades, la readaptación física, mental y social y la asistencia de urgencia en casos de accidentes o enfermedades que lo requieran (MINSA, 1980).

Realizará siempre funciones educativas a la comunidad, pacientes, acompañantes y trabajadores de la institución y a estudiantes de ciencias médicas, profesionales universitarios, personal de enfermería y técnicos del nivel medio, de acuerdo a su nivel científico-técnico. La investigación constituirá una práctica normal en todo hospital, pudiendo ésta abarcar los aspectos somáticos, psicológicos y sociales de la salud y la enfermedad, y los métodos técnicos, administrativos y docentes de la institución (MINSA, 1980).

Como elemento de apoyo a la Unidad Básica (Centro de Salud) dentro del sistema de regionalización, el hospital tendrá las siguientes funciones:

- a) Asesoría científico-técnica a las Unidades de menos calificación y a aquellos que lo soliciten.
- b) Aporte de profesionales calificados para la prestación de servicios programados en las Unidades Básicas.
- c) Adiestramiento al personal profesional y técnicos del resto de las Unidades.
- d) Programación de turnos de especialidades para su distribución entre la red de servicios básicos.
- e) Información a los servicios correspondientes de los pacientes egresados (altas, nacimientos o fallecidos), según lo normado.
- f) Coordinación e información permanente y efectiva con el resto de las Unidades para el cumplimiento de los programas de salud.
- g) Remisión de pacientes a otros servicios de la red para completar su diagnóstico, tratamiento o rehabilitación.
- h) Aceptación de piezas anatómicas o tejidos para estudio anatomopatológico.
- i) Devolución de pacientes (contra referencias) al Centro que hizo la remisión, una vez hecho su estudio, diagnóstico y tratamiento para el seguimiento del caso (MINSA, 1980).

7.1.3 Clasificación de los hospitales

Los hospitales se clasifican atendiendo a los siguientes aspectos:

- a) Según el nivel que ocupen dentro de la organización
 - 1) Hospitales Nacionales
 - 2) Hospitales Regionales
 - 3) Hospitales Sub-Departamentales
 - 4) Hospitales de Área
- b) Según el tipo de servicios que presten
 - 1) **Generales:** Dos o más de las cuatro especialidades básicas (gineco-obstetricia, medicina, cirugía).

2) **Especializados:** Con servicios para una sola especialidad o entidad nosológica determinada:

- Psiquiátrico
- Dermatológico
- Medicina Física y rehabilitación
- Tuberculosis

c) Se acreditarán como docentes por la División de Atención Médica y el Vice -Ministerio de Recursos Humanos y Docencia del Ministerio de Salud, aquellos hospitales que reúnan los requisitos establecidos en las normas de docencia para formar y adiestrar a estudiantes de Ciencias Médicas, Residentes y Especialistas, en común acuerdo con avalúo en la UNAN (MINSA, 1980).

7.1.4 Dependencia

- a) Los hospitales nacionales especializados serán jerarquizados por la División Regional de Salud correspondiente.
- b) Los hospitales Regionales, Departamentales, Sub-Departamentales y de Área, serán jerarquizados por las Direcciones Regionales y Directores de Centros de salud.
- c) Debido a la escasa disponibilidad de recursos humanos, materiales y económicos, los hospitales de Managua serán considerados como nacionales y estarán jerarquizados por la Dirección Regional de Salud de Managua (MINSA, 1980).

7.1.5 Desechos sólidos

7.1.5.1 Desechos hospitalarios

Se definen los residuos hospitalarios como aquellos desechos generados en los centros de atención de salud durante la prestación de servicios asistenciales, incluyendo los generados en los laboratorios (www.cepis.org.pe/bvsars/e/fulltext/resihos/resihos.pdf).

7.1.5.2 Centros de atención de salud

Hospital, sanatorio, clínica, policlínico, centro médico, maternidad, sala de primeros auxilios y todo aquel establecimiento donde se practique cualquiera de los niveles de atención humana o animal, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, y en aquellos centros donde se realiza investigación (www.cepis.org.pe/bvsars/e/fulltext/resihos/resihos.pdf).

7.2 Descripción de los desechos hospitalarios

Los desechos hospitalarios contienen tanto tejido biológico proveniente de la actividad convencional del hospital (quirófano), así como productos químicos varios y materiales de uso hospitalario común. Entre los productos químicos principales se encuentran los productos farmacéuticos y los productos de desinfección, esterilización y limpieza. Los materiales pueden agruparse en herramientas de cirugía y material de uso y apoyo; entre los últimos se encuentran por ejemplo las sondas, tubos y acoples que se insertan a través de cavidades corporales y se descartan. Materiales como gasas, algodón, telas especiales y otros también se generan. Finalmente, existe un conjunto de material fluido que debe también eliminarse con cuidado cuando contenga elementos nocivos (tóxicos o infecciosos por ejemplo). En hospitales especializados se generan también recipientes presurizados y elementos radioactivos (hospitales oncológicos) (www.cdts.espol.edu.ec/htm/desechos.doc).

7.3 Clasificación de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud

7.3.1 Clasificación propuesta por el CEPIS en la "Guía para el manejo interno de residuos sólidos en los centros de atención de salud" (Monge, 1997)

Esta guía, desarrollada por el CEPIS, tiene como objetivo orientar la implantación de un sistema de gestión de residuos sólidos dentro de los hospitales, con la finalidad de controlar y reducir los riesgos para la salud relacionados con el manejo de los residuos peligrosos. La guía propone un sistema de clasificación simplificado que considera:

a- Residuos infecciosos

Los residuos infecciosos se generan en las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunización, investigación, etc.) y contienen patógenos en cantidad o concentración suficiente para contaminar a la persona expuesta a ellos. Estos residuos pueden ser, entre otros, materiales provenientes de salas de aislamiento de pacientes, materiales biológicos, sangre humana y productos derivados, residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos, residuos punzocortantes y residuos de animales.

b- Residuos especiales

Los residuos especiales se generan principalmente en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento y usualmente no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o radiactividad. Pueden ser, entre otros, residuos químicos y peligrosos, residuos farmacéuticos y residuos radiactivos.

c- Residuos comunes

Los residuos comunes son aquellos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales, no considerados en las categorías anteriores. No representan peligro para la salud y sus características son similares a las de los residuos domésticos comunes. Se incluye en esta categoría a los papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de la preparación de alimentos y desechos de la limpieza de patios y jardines, entre otros.

7.3.2 Clasificación de la Organización Mundial de la Salud

- Residuos generales
- Residuos patológicos
- Residuos radiactivos
- Residuos químicos

- Residuos infecciosos
- Residuos punzocortantes
- Residuos farmacéuticos.

7.3.3 Clasificación Alemana

- Residuos generales
- Residuos patológicos
- Residuos radiactivos
- Residuos químicos
- Residuos infecciosos
- Residuos punzocortantes
- Residuos farmacéuticos

7.3.4 Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)

- Cultivos y muestras almacenadas
- Residuos patológicos
- Residuos de sangre humana y productos derivados
- Residuos punzocortantes
- Residuos de animales
- Residuos de aislamiento
- Residuos punzocortantes no usados

7.4 Característica de los residuos hospitalarios

En general, el éxito de todo sistema de manejo de residuos sólidos dependerá del conocimiento que se tiene sobre la cantidad y tipo de residuo sólido que se desee almacenar, recolectar, tratar, reciclar o eliminar. La selección de la tecnología o método de manipulación y tratamiento depende fundamentalmente de la cantidad y tipo de residuo. Los sistemas que mejores resultados han tenido son aquellos que han logrado establecer un subsistema de manejo y tratamiento para cada tipo de residuo sólido.

Sin embargo, el cálculo de la producción de residuos no siempre es una tarea fácil. Generalmente la producción de residuos depende del tipo de atención que se brinda. Por ejemplo, los establecimientos de atención de salud de larga estadía como las clínicas de recuperación de convalecientes, pueden producir 0.25 kg/día por cama ocupada, lo cual es solo un décimo de lo que produce en los hospitales de atención en general (LWRA, 1989 citado por Chang, 1995).

En efecto, en los establecimientos de salud de atención en general la producción varía entre 2.6 y 3.8 kg por cama por día. Un estudio realizado en México revela un valor promedio de 3 kg/cama/día. Sin perjuicio de llevar a cabo estudios específicos para cada hospital, se puede usar este valor promedio para obtener una aproximación razonable sobre la producción de residuos hospitalarios. Además, se estima que del 10% al 40% de los residuos hospitalarios pueden clasificarse como peligrosos, mientras que el restante es similar al residuo común o doméstico (Chang, 1995).

La tabla 7.1 muestra la producción de residuos peligrosos en algunos países seleccionados de la Región, la cual ha sido preparada considerando 3 kg/día/cama con 20% de residuos peligrosos. La tabla muestra claramente la relación directa entre número de camas y producción total de residuos hospitalarios peligrosos.

La clasificación de los residuos sólidos es variada y, por lo general, trata de distinguir los diferentes tipos de residuos que se producen al interior del hospital según su grado de contaminación o peligrosidad.

**Tabla 7.1. Producción de residuos peligrosos en establecimientos
de salud en países seleccionados**

País	Número de camas	Residuo peligroso Ton/año
Argentina	150,000	32,850
Barbados	2,111	462
Bolivia	8,749	1,916
Brasil	501,660	109,863
Colombia	45,761	10,022
Cuba	50,293	11,014
Chile	42,969	9,410
Dominicana	322	71
Ecuador	16,426	3,597
Guyana	2,204	483
Guatemala	13,667	2,993
Jamaica	5,745	1,258
México	60,099	13,162
Nicaragua	4,904	1,074
Paraguay	5,487	1,202
Perú	30,629	6,708
Saint Lucía	399	87

Trinidad y Tobago	4,281	938
Uruguay	14,133	3,095
Venezuela	47,200	10,337

Tomado de: PAHO, 1994. Hazardous Waste And Health in Latin America and the Caribbean. Pan American Health Organization. World Health Organization. Division of Health and Environment. USA, citado por Chang 1995.

Los residuos sólidos hospitalarios se pueden clasificar en categorías complejas, tal como se muestra a continuación:

- Residuos comunes o generales (materiales no infectado)
- Residuos patológicos (por ejemplo, restos humanos)
- Residuos radioactivos
- Residuos químicos peligrosos (tóxicos, corrosivos, etc.)
- Residuos químicos no peligrosos (azúcares, sales orgánicas e inorgánicas)
- Residuos infecciosos (contienen alta concentración de patógenos)
- Residuos punzocortantes (agujas, jeringas, escalpelos etc.)
- Residuos farmacéuticos (drogas y remedios vencidos)
- Contenedores presurizados

Sin embargo, es importante adoptar sistemas sencillos de clasificación de los residuos hospitalarios para facilitar su manejo y tratamiento. Las clasificaciones sencillas en 3 o 4 categorías de residuos son recomendables. Una clasificación simple y aparente para implementar un sistema de manejo de residuos en los establecimientos de salud puede ser como sigue:

Clase A: Residuos Contaminados

Clase B: Residuos Especiales

Clase C: Residuos Comunes

Los residuos Clase A, provienen de la atención médica del paciente y están con alta probabilidad contaminados por agentes infecciosos. Estos deben ser sometidos a tratamiento tipo incineración, autoclave, etc.

Los residuos Clase B, presentan características físicas y/o químicas especiales, tales como alta corrosividad, toxicidad, radiactividad, etc. Requieren de métodos de tratamiento específicos según sea el caso. Por ejemplo, residuos radiactivos que requieren un almacenamiento temporal en zonas para el decaimiento de la radiación.

Los residuos Clase C, son similares a los residuos domésticos, y por lo tanto, no representan riesgos extraordinarios a la salud y el ambiente. También incluyen a los residuos Clase B o C que han sido sometidos a tratamiento y por tanto no ponen en riesgo a la salud y ambiente (Chang 1995).

Una clasificación de residuos intermedios hospitalarios que merece consideración es:

- No peligrosos
- Punzo cortantes
- Residuos infecciosos
- Residuos químicos y farmacéuticos
- Otros residuos hospitalarios.

Es importante mencionar que una vez adoptado el sistema de clasificación de residuos hospitalarios, este debe servir de base para definir los métodos más apropiados de almacenamiento y tratamiento, siempre siguiendo los criterios de selectividad. Cada tipo de residuo es diferente del otro y por tanto no debe ser mezclado (Chang, 1995).

7.5 Aspectos organizativos

La organización de un sistema de manejo de residuos sólidos en un centro de atención en salud se logra mediante las siguientes acciones:

- Subdividir el centro de atención de salud por servicios especializados

- Establecer una clasificación de los residuos sólidos generados
- Determinar responsabilidades bien definidas
- Caracterizar los residuos sólidos generados a través de un estudio.

7.5.1 Subdivisión del centro de atención de salud por servicios

Un centro de atención de salud generalmente está subdividido en unidades que prestan servicios especializados. Los servicios, por razones de riesgo sanitario, deben estar delimitados físicamente en el interior de los centros de atención de salud. Esta delimitación física determinará también los puntos de generación de residuos.

Un hospital para cumplir con sus funciones y alcanzar sus objetivos, debe contar con los siguientes servicios especializados:

- a. Servicios de hospitalización:** Salas de hospitalización, de operación, de partos; central de equipos; admisión; servicios de emergencia; otros.
- b. Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento:** Anatomía patológica; laboratorio; radiodiagnóstico; gabinetes; audiometría; isótopos radiactivos; endoscopía; cistoscopía; radioterapia; banco de sangre; medicina física; otros.
- c. Servicios de consultas externas y similares.**
- d. Servicios directos complementarios:** Enfermería; relaciones públicas y trabajo social; archivo clínico; dietética; farmacia; otros.
- e. Servicios generales:** Servicios indirectos; alimentación; lavandería; almacén; ingeniería y mantenimiento; programa docente; programa de investigación; otros.

La complejidad del centro (posta médica, centro médico, hospital regional, etc.) determina la calidad (características) de los residuos sólidos que se generan. Por otro lado, la cantidad depende de varios

factores como pueden ser, tipo y número de atenciones, número de personal y porcentaje de camas ocupadas, entre otros.

7.5.2 Clasificación de los residuos sólidos generados en un centro de atención de salud

Una clasificación adecuada de los residuos que se generan en un centro de atención de salud permite que su manejo sea eficiente, económico y seguro. La clasificación facilita una apropiada segregación de los residuos, reduciendo riesgos sanitarios y costos en el manejo de los mismos, ya que los sistemas más seguros y costosos se destinarán sólo para la fracción de residuos que lo requieran y no para todos.

Tomando como criterio el riesgo para la salud y considerando los puntos de generación y los tipos de tratamiento o disposición final que se le debe dar a los residuos, éstos se clasifican en peligrosos y no peligrosos.

- a. *Infecciosos:*** Son aquellos residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones, etc.) que contienen patógenos. Estos residuos representan diferentes niveles de peligro potencial de acuerdo al grado de exposición con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.
- b. *Especiales:*** Son los residuos peligrosos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud. Estos residuos constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas, tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad.
- c. *Comunes:*** Son aquellos residuos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores. No representan peligro para la salud y sus características son similares a los residuos domésticos comunes.

7.5.3 Determinación de responsabilidades

Son numerosos los factores que intervienen en el manejo de los residuos sólidos al interior de cada centro de atención de salud. Por ello, las responsabilidades deben estar claramente determinadas a fin de que el manejo sea seguro y no ponga en riesgo a la comunidad intra y extra hospitalaria. Los médicos, paramédicos, personal auxiliar y administrativo, pacientes, visitas y público en general, contribuyen directa o indirectamente a la generación de residuos. La organización de las actividades, la tecnología utilizada y la capacitación del personal, determina también la cantidad y calidad de los residuos que generará el centro de atención de salud.

El Director del centro de atención de salud es quien tiene la máxima responsabilidad en el manejo interno de los residuos sólidos generados en su establecimiento, luego existen además diferentes niveles de responsabilidad que recaen en distintas personas, así tenemos:

- a. **El comité de higiene y seguridad del hospital:** Presidido por el director del centro y conformado por los jefes de los servicios especializados. Es la máxima instancia que aprueba las actividades que conformarán el plan anual de higiene y seguridad y es también el principal responsable del manejo interno de los residuos sólidos hospitalarios.
- b. **Los jefes de los servicios especializados:** Que conducen la buena marcha de sus respectivos servicios. Son responsables de la generación, segregación o separación, acondicionamiento o tratamiento y almacenamiento de los residuos sólidos mientras éstos permanezcan dentro de las instalaciones del servicio.
- c. **El jefe del servicio de limpieza:** Responsable de la recolección de los residuos sólidos y su traslado al punto de almacenamiento externo, tratamiento o estación de reciclaje, según sea el caso.
- d. **El jefe de ingeniería y mantenimiento:** Responsable de almacenar los residuos en el exterior del centro para proceder a su tratamiento, comercialización y entrega al servicio de recolección externa municipal o particular, según corresponda.

Lo mencionado puede adaptarse de acuerdo al tamaño, características y complejidad del centro de atención de salud. Lo importante es que el centro cuente con una unidad responsable que asuma la organización y ejecución del manejo interno de los residuos en coordinación con otros comités.

7.5.4 Estudio inicial de caracterización de los residuos generados

Para diseñar un sistema de manejo de residuos sólidos en un centro de atención de salud es necesario caracterizar apropiadamente los residuos que en él se generan y el porcentaje de residuos infecciosos, especiales y comunes, su cantidad actual y proyectada, así como la composición de cada uno de ellos. Los pasos a seguir son:

- a) **Identificación** de las fuentes principales de generación de residuos (infecciosos, especiales y comunes) y selección de las zonas de muestreo. Las zonas de muestreo dependerán de las características del centro en cuanto al tamaño, cantidad, calidad y complejidad de sus servicios.

Las zonas de muestreo en un hospital pueden ser:

Zona 1: Servicio de hospitalización (de aislamiento), residuos infecciosos.

Zona 2: Servicio de hospitalización (otros), residuos infecciosos.

Zona 3: Servicios auxiliares (laboratorios), residuos infecciosos y especiales.

Zona 4: Servicios generales (almacén), residuos especiales y comunes.

- b) **Segregación**, recolección y almacenamiento de los residuos en la fuente de generación, de acuerdo a la clasificación establecida. Comúnmente la especialidad de los servicios determina la mayor probabilidad de encontrar un solo tipo de residuo en cada servicio.
- c) **Determinación del tamaño de la muestra y su representatividad.** Se puede tomar como universo a cada uno de los servicios en que está dividido el centro de atención de salud. El tamaño de la muestra deberá ser compatible y representativa del universo escogido. Esta división permite obtener características fundamentales de la muestra con el fin de lograr la representatividad del universo.

- d) **Recolección de la muestra y desarrollo de análisis físicos, químicos y biológicos.** Consiste en recolectar las muestras por lo menos durante 8 días para determinar la generación y características de los residuos. Los análisis que se desarrollan son: peso volumétrico (suelto o compacto), humedad, composición, poder calorífico, sólidos volátiles, cenizas, contenido de azufre, nitrógeno, fósforo, microorganismos patógenos y otros (www.cepis.org.pe/bvsars/e/fulltext/resihos/resihos.pdf).

7.5.5 Aspectos técnico-operativos

El sistema de manejo interno de residuos sólidos debe poner en marcha una serie de operaciones utilizando la tecnología apropiada para satisfacer dos objetivos fundamentales que son:

- Controlar los riesgos para la salud que podría ocasionar la exposición a residuos sólidos hospitalarios de tipos infecciosos o especiales.
- Facilitar el reciclaje, tratamiento, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos hospitalarios, en forma eficiente, económica y ambientalmente segura.

Los aspectos técnico-operativos, se definen de acuerdo a un estudio previo de los residuos generados. El dimensionamiento del sistema, los procedimientos y la tecnología que se va a utilizar, se establecen una vez que se conoce la frecuencia de generación, el tipo de residuos que genera cada servicio y sus características, tales como humedad, densidad, etc.

El manejo apropiado de los residuos hospitalarios sigue un flujo de operaciones que comienza con la segregación. Esta es la primera y más importante operación porque requiere la participación activa y consciente de toda la comunidad hospitalaria.

La recolección, almacenamiento y transporte interno, son operaciones rutinarias que usualmente están a cargo del sector de limpieza y requieren tanto de una logística apropiada como de personal especializado, aspectos que frecuentemente son deficientes y poco atendidos.

7.5.6 Generación, segregación, tratamiento y acondicionamiento en el lugar de origen

El personal técnico responsable de brindar los servicios de salud debe encargarse también de clasificar y separar los residuos en el punto de origen.

La **generación** de residuos sólidos de un centro de atención de salud está determinada por la complejidad y frecuencia de los servicios que brinda y por la eficiencia que alcanzan los responsables de los servicios en el desarrollo de sus tareas, así como por la tecnología utilizada. Por lo tanto, no es fácil generalizar indicadores de generación de residuos, tal como se muestra en la tabla 7. 2.

Tabla 7. 2. Servicios de un centro de atención de salud y los tipos de residuos que pueden generar

Servicios de un hospital	Tipo de residuos
<i>Servicios de hospitalización:</i> 1. Salas de hospitalización 2. Salas de operación 3. Salas de partos 4. Central de equipos 5. Admisión 6. Servicio de emergencia 7. Otros	Residuos infecciosos
<i>Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento:</i> 8. Anatomía patológica 9. Laboratorio 10. Radiodiagnóstico 11. Gabinetes 12. Audiometría 13. Isótopos radiactivos 14. Endoscopia	Residuos infecciosos y especiales

15. Cistoscopia 16. Radioterapia 17. Banco de sangre 18. Medicina física 19. Otros	
<i>Servicios de consulta externa:</i> 20. Consulta externa 21. Otros	Residuos comunes
<i>Servicios directos complementarios:</i> 22. Enfermería 23. Relaciones públicas y trabajo social 24. Archivo clínico 25. Dietética 26. Farmacia 27. Otros	Residuos especiales y comunes
<i>Servicios generales</i> 28. Servicios indirectos 29. Cocina 30. Lavandería 31. Almacén 32. Ingeniería y mantenimiento 33. Programa docente 34. Programa de investigación 35. Otros	Residuos comunes y especiales

Tomado de Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención en salud. 1995.
www.cepis.org.pe/bvsars/e/fulltext/resihos/resihos.pdf

Sólo pueden ser reciclados los residuos especiales y comunes de los servicios directos complementarios y generales. Sin embargo, al evaluar centros similares se puede establecer indicadores tales como *kilogramos de residuos sólidos por cama de hospitalización y por día*, o *kilogramos de residuos sólidos por consulta y por día*. Estos indicadores obtenidos por muestreo son

útiles, pues permiten evaluar la magnitud de la generación de residuos en los diferentes centros de atención de salud y son además el punto de partida para el dimensionamiento del sistema de manejo.

La cantidad de residuos, como se ha indicado, depende de la complejidad y frecuencia de los servicios, la tecnología empleada y la eficiencia que alcancen en sus tareas los responsables de brindar dichos servicios. En América Latina, el promedio de generación de residuos varía entre 1,0 y 4,5 kg/cama/ día. De estos residuos, 10 a 40% son considerados peligrosos.

La **segregación** es una de las operaciones fundamentales para permitir el cumplimiento de los objetivos de un sistema eficiente de manejo de residuos y consiste en separar o seleccionar apropiadamente los residuos según la clasificación adoptada. Esta operación se debe realizar en la fuente de generación, previa capacitación del personal de servicio.

En cada uno de los servicios especializados, los responsables de la prestación (médicos, enfermeras, laboratoristas, auxiliares, etc.) generan materiales de desecho (algodones, jeringas usadas, papeles, muestras de sangre, etc.). Dichos materiales deben ser clasificados y separados en recipientes para cada tipo de residuos.

Sin embargo, por razones de seguridad se recomienda realizar una evaluación inicial de los servicios. Si el mayor porcentaje de residuos es infeccioso, es preferible contar sólo con un recipiente y tratar a todos los residuos como si fueran infecciosos. En cambio, si los residuos que genera el servicio son especiales y comunes, es recomendable contar con dos recipientes a fin de separar dichos residuos.

Una vez que el personal adquiere destreza y seguridad en el manipuleo de los residuos, prestando simultáneamente el servicio especializado, es posible pensar en una segregación eficiente y contar por lo tanto con tres recipientes, uno para cada tipo de residuo generado, salvo casos especiales (salas de aislamiento, por ejemplo) donde todos los residuos son considerados infecciosos.

Las ventajas de practicar la segregación en el origen son:

- a) Reducir los riesgos para la salud y el ambiente, impidiendo que los residuos infecciosos o especiales, que generalmente son fracciones pequeñas, contaminen los otros residuos generados en el hospital.
- b) Disminuir costos, ya que sólo se dará tratamiento especial a una fracción y no a todos los residuos generados.
- c) Reciclar directamente algunos residuos que no requieren tratamiento ni acondicionamiento previo.

El tratamiento en el origen es posible en algunos servicios especializados que cuentan con unidades o técnicas de tratamiento. Generalmente el tratamiento de residuos debe aplicarse en el origen para convertir residuos infecciosos en comunes, o en algunos casos, para convertir residuos especiales en comunes. De esta manera la cantidad final de residuos peligrosos se reduce y disminuye el riesgo para la salud y el ambiente, los costos de transporte, tratamiento y disposición final.

No es común el tratamiento de residuos peligrosos en el origen, sin embargo esta práctica puede generalizarse si los centros de salud adquieren la tecnología requerida para tratar residuos infecciosos o especiales. En los laboratorios, la esterilización de muestras infecciosas ya analizadas constituye un ejemplo de tratamiento de residuos en el origen.

El acondicionamiento de los residuos en el origen consiste en controlar los riesgos para la salud y facilitar las operaciones de recolección, almacenamiento externo y transporte, sin perjudicar el normal desarrollo de las actividades del centro.

Se debe contar con recipientes apropiados para cada tipo de residuo. El tamaño, peso, color, forma y material deben garantizar una apropiada identificación, facilitar las operaciones de transporte y limpieza, ser herméticos para evitar exposiciones innecesarias, y estar integrados a las condiciones físicas y arquitectónicas del lugar. Estos recipientes se complementan con el uso de bolsas plásticas para efectuar un apropiado embalaje de los residuos.

Respecto a los residuos especiales, cuando se trata de sustancias peligrosas (corrosivas, reactivas, tóxicas, explosivas, inflamables y radiactivas) hay que seguir las recomendaciones específicas que se

encuentran en las etiquetas de cada producto para acondicionarlos y desecharlos. Un ejemplo de ello son los residuos radiactivos que deben ser acondicionados en depósitos de decaimiento, de tal forma que se cumpla con las normas específicas vigentes para este tipo de residuos en cada país.

Las principales recomendaciones que se deben implementar y cumplir son las siguientes:

- **Uso de recipientes:** Los recipientes para el almacenamiento temporal en cada uno de los servicios especializados de un centro de atención de salud, deben cumplir especificaciones técnicas, tales como hermeticidad, resistencia a elementos punzocortantes, estabilidad, forma adecuada, facilidad de lavado, peso ligero y facilidad de transporte, entre otros. Los materiales más apropiados son aquellos de acero inoxidable, polietileno de alta densidad y fibra de vidrio, entre otros materiales rígidos.
- **Uso de bolsas:** Debe generalizarse el uso de las bolsas para el manejo de residuos hospitalarios. Estas deben tener, entre otras, las siguientes características:
 - Espesor y tamaño apropiados de acuerdo a la composición y peso del residuo.
 - Resistencia, para facilitar sin riesgos la recolección y el transporte.
 - Material apropiado, pueden ser de polipropileno de alta densidad (para someter el residuo a una autoclave) o simplemente de polietileno. Deben ser opacas para impedir la visibilidad del contenido.
 - Impermeabilidad, a fin de impedir la introducción o eliminación de líquidos de los residuos.

En muchos países, las normas especifican el empleo de pruebas patrón para evaluar la calidad de las bolsas en términos de resistencia, espesor, impermeabilidad, entre otros, para los diferentes tipos de residuos.

- **Uso de otros embalajes:** los residuos punzocortantes requieren de un embalaje rígido. Generalmente se utilizan recipientes y frascos de tamaño pequeño y de materiales de plástico, cartón o metal. Para los residuos especiales, el embalaje depende de las características fisicoquímicas y de peligrosidad. Estos embalajes deben reunir características de

impermeabilidad, hermeticidad, inviolabilidad, entre otros, de forma que dificulten al máximo su apertura y el manipuleo de su contenido.

- **Uso de colores, símbolos y señalización:** los recipientes, las bolsas y los lugares donde éstos se ubican deben tener un código de colores e indicaciones visibles sobre el tipo de residuo y el riesgo que representan según las normas de cada país, (por ejemplo, rojo para los peligrosos, negro o blanco para los comunes y verde o amarillo para los especiales). Algunos símbolos de peligrosidad, tales como el de riesgo biológico o radiactividad son universales (www.cepis.org.pe/bvsars/e/fulltext/resihos/resihos.pdf).

7.6 El almacenamiento

Tal como debe existir un sistema de clasificación simplificado, los métodos de almacenamiento también deben ser normados con criterios sencillos y funcionales. El almacenamiento normalmente se puede realizar en tres etapas. El almacenamiento primario, intermedio y central.

7.6.1 Almacenamiento primario

Es importante que el personal sepa diferenciar los diferentes tipos de residuos que se producen tanto de manera rutinaria como extraordinaria. Además, las facilidades para el almacenamiento selectivo deben colocarse en las proximidades de todos los puntos de generación.

En general, los recipientes para el almacenamiento pueden ser de polietileno de alta densidad, cilíndrico o tronco cónico invertido, recubiertos en su interior por bolsas de polietileno de 3 mm de espesor, con capacidad recomendada de 30 litros. Estas características se deben respetar sobre todo para el almacenamiento de residuos especiales o contaminados.



Figura 7. 1. Recipientes reusables

Los recipientes deben disponer de un mecanismo de cerrado y recubrimiento interno con bolsas, sacos u otras envolturas resistentes al corte, corrosión etc., según el tipo de residuo que se va a depositar. El límite de carga de los recipientes debe ser de 2/3 de su capacidad total. Los residuos se deben retirar del punto de generación cerrando las bolsas o material de recubrimiento de los recipientes y evitando que el personal inhale el aire en exceso que se elimina al cerrar las bolsas.

Después de cerrar la bolsa o al llenarse el recipiente, el contenido del mismo debe ser depositado en algún lugar de almacenamiento intermedio. En caso de tener residuos líquidos mayores a 20 centímetros cúbicos, estos se deben empaquetar en recipientes apropiados y separados (EPA, 1990 citado por Chang 1995).

7.6.2 Almacenamiento secundario

Cada cierto número de puntos de generación de residuos se deben instalar zonas de almacenamiento intermedio en los establecimientos de salud. Deben existir tantas zonas o subdivisiones de almacenamiento intermedio como categorías de residuo hospitalarios.

El área se deberá calcular de acuerdo a la producción, densidad y frecuencia de evacuación de los residuos hospitalarios. Se recomienda un área mínima de 4 m² con espacio adicional para el ingreso de los carritos de recolección interna, así como del personal encargado de las maniobras de carga y descarga de los desechos.

Las paredes y pisos deben ser revestidos con material liso, resistente, lavable e impermeable. La zona de almacenamiento intermedio debe tener facilidades para evacuar los líquidos que eventualmente se pueden drenar de los residuos, así como eliminar el líquido originado por la limpieza del lugar debido a que las zonas de almacenamiento central.

7.6.3 El almacenamiento central

Los residuos procedentes de las zonas de almacenamiento intermedio deben ser depositados en las zonas de acopio central, de manera ordenada y atendiendo los criterios de segregación preestablecidos.

Por ningún motivo se debe deteriorar o alterar las condiciones de embalamiento de los residuos dispuestos en la zona de almacenamiento central. Tampoco se debe permitir el almacenamiento de utensilios, equipos y herramientas que son usados por el personal de limpieza del establecimiento de salud. El acceso a la unidad de almacenamiento central debe ser restringido al personal de limpieza interna y recolección externa.

El dimensionamiento de la unidad de almacenamiento central debe permitir como mínimo almacenar los residuos producidos en 2 días. Los criterios constructivos son similares al depósito de almacenamiento intermedio. Se deben usar materiales resistentes, con dispositivos de iluminación y ventilación y control de drenaje de líquidos (Chang, 1995).

Las áreas de almacenamiento temporal y final deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- Herméticos, para evitar malos olores y presencia de insectos.
- Resistentes a elementos cortopunzantes, a la torsión, a los golpes y a la oxidación.
- Impermeables, para evitar la contaminación por humedad desde y hacia el exterior.
- De tamaño adecuado, para su fácil transporte y manejo.
- De superficies lisas, para facilitar su limpieza.
- Claramente identificados con los colores establecidos, para que se haga un correcto uso de ellos.
- Compatibles con los detergentes y desinfectantes que se vaya a utilizar.

El tamaño y la capacidad dependen del tipo de almacenamiento:

- Para almacenamiento inicial: capacidad no mayor a 30 litros, forma cónica con base plana, sin patas.

- Para almacenamiento temporal: capacidad de 30 a 100 litros, forma cónica con base plana. Puede tener ruedas para facilitar su movilización.
- Para almacenamiento final: capacidad no menor a 500 litros, forma rectangular, con patas. Las características deberán ser aprobadas tanto por el Hospital como por el servicio de recolección de basura de la ciudad.

Pueden usarse diferentes tipos de materiales. Los más apropiados son los de polietileno de alta densidad, fibra de vidrio, acero y material metálico no oxidable. Deben ser lavados cuando haya existido contacto con desechos infecciosos y para mantenerlos permanentemente limpios. Los recipientes destinados para almacenamiento temporal de desechos radiactivos deberán ser de color amarillo y de un volumen no superior a 80 litros, con fondo de acero inoxidable, con aros que faciliten su manejo y provistos de tapa hermética (Fundación Natura).

De acuerdo con el CEPIS, existen otras consideraciones con relación al sitio de almacenamiento terciario en los establecimientos en salud, que deben ser tomados en cuenta a la hora de decidir la construcción y ubicación del mismo. A continuación se presentan estas consideraciones expuestas por el CEPIS en su documento en línea “*Guías y Normas. Manual de directrices depósitos de residuos sólidos en establecimientos de salud*” www.cepis.org.pe.

7.6.4 Almacenamiento terciario

7.6.4.1 Definiciones:

Depósito final: Es el lugar destinado para el depósito de los residuos generados en los diferentes servicios del establecimiento de salud, durante el espacio de tiempo comprendido entre el momento que son transportados de los servicios donde se originan, hasta que son retirados para su disposición final.

Ubicación: Cada establecimiento de salud tendrá un depósito final de los residuos producidos en el mismo. Debe estar ubicado en un área exterior al edificio, localizada a una distancia mínimo de ocho metros, de fácil acceso y no propensa a inundarse. Debe evitarse la interferencia con el

funcionamiento y circulación de personal de otras áreas como cocinas, lavanderías, sitios de reunión, oficinas, talleres, áreas de atención a los pacientes y usuarios, lugares de ingreso o descanso de personal y visitantes.

Dimensiones: La capacidad mínima de almacenamiento es de 3 veces el volumen de los residuos generados en el establecimiento.

7.6.4.2 Normativas de funcionamiento

- a) **Período de almacenamiento y recolección:** El período máximo de almacenamiento temporal a temperatura ambiente no excederá las 48 horas, por lo que deben tomarse las medidas correspondientes para que sean retirados con la frecuencia requerida.
- b) **Acceso:** Las jefaturas respectivas o el personal en quien se delegue, tomará las medidas para cumplir con lo aquí estipulado, así como la supervisión del cumplimiento de la norma. El acceso será restringido para todo el personal del establecimiento de salud, excepto para las personas encargadas de transportar los residuos del retiro y de la limpieza del mismo.
- c) **Recipientes:** Los recipientes o contenedores a utilizar estarán definidos de acuerdo al tipo de residuo. En el caso de recipientes para desechos comunes, alimenticios o biológico-infecciosos, deben ser impermeables y de bordes redondeados para facilitar su limpieza. Todos los recipientes a usar dentro del depósito deben poseer su respectiva tapa.
- d) **Organización interna:** Deben existir áreas específicas de almacenamiento para los diferentes tipos de residuos, los cuales a su vez deben llegar al depósito debidamente identificados con los rótulos correspondientes.

Estas áreas deben ser:

- Área de residuos comunes
- Área de residuos biológico-infecciosos
- Área de residuos punzo-cortantes

- Área de residuos alimenticios
- Área de residuos recuperables (preferible en un lugar separado del depósito)
- Desechos químicos y farmacéuticos. En caso de que en el establecimiento de salud no exista un plan de recolección de residuos lo suficientemente desarrollado, el depósito final como mínimo, deberá contar con las siguientes áreas:
- Área de residuos comunes
- Área de residuos peligrosos
- Área de residuos alimenticios
- Área de residuos recuperables (preferible en un lugar separado del depósito).

e) **Señalización:** Se deben colocar letreros visibles y alusivos a la peligrosidad de los desechos, en las puertas del depósito. Dentro del mismo colocar letreros que identifiquen los recipientes y las áreas asignadas a los diferentes tipos de desechos, según la clasificación institucional oficial mencionadas en el numeral 4 de este documento.

f) **Servicios básicos:** Internamente el depósito debe contar con: Ventilación, luz eléctrica, baño y servicio sanitario para personal, una pileta para la limpieza y desinfección del depósito y carros de recolección. Debe haber un tubo con prevista para manguera y una caja de registro para los desagües.

g) **Espacio interno:** Debe disponerse de suficiente espacio interno que permita el almacenamiento de estañones o algún otro tipo de contenedor extra. Además, es necesario garantizar el acceso y tránsito de los carros de recolección interna y externa así como para la movilización del personal de aseo.

h) **Extintor:** El depósito debe contar con un extintor que responda a las normativas del país, en buenas condiciones de funcionamiento y debidamente cargado.

i) **Ventilación:** Disponer de ventilación independiente que proporcione aire fresco y seco. Si se usa block, celosías, o algún otro material para dar ventilación, debe colocarse detrás de éstos, malla tipo cedazo para impedir el paso de vectores, todo tipo de insectos y roedores.

- j) **Limpieza:** El depósito debe ser lavado con agua a presión, cepillo y detergente las veces que sea necesario durante el día y debe ser desinfectado con líquido germicida (cloro al 10%) al menos una vez a la semana.
- k) **Autoclave:** Debe disponerse un área específica para colocar un autoclave. Esta área debe tener suficiente ventilación y espacio para que se pueda colocar el tipo de autoclave indicado para ese fin, sin problemas. La elección del tipo de autoclave queda a criterio del establecimiento de salud, considerando el volumen y tipo de residuos generados. En caso de que pueda incorporarse un autoclave al depósito, es necesario establecer un horario y rutas para el traslado de todo material contaminado.

7.6.4.3 Normativas de construcción

- a. **Pisos:** Deben ser lisos, libres de juntas de expansión o cualquier tipo de comunicación que impida la limpieza del depósito, o la expulsión de líquidos del área de almacenamiento. Poseer una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada, que permita el escurrimiento hacia parrillas que recojan sólidos y desagües hacia el alcantarillado sanitario.
- b. **Paredes:** Deben ser lisas (de bloques de concreto) para fácil lavado, con aberturas de ventilación provistas de protección contra el ingreso de roedores e insectos. Las juntas entre paredes y pisos deben ser redondeadas para facilitar la limpieza. Internamente debe construirse una pared o muro que divida apropiadamente las distintas áreas del depósito. La altura de las paredes externas tendrán como mínimo 2,5 metros, medidos desde el nivel de piso terminado. Queda a criterio del inspector dar una altura mayor a la pared para aumentar la ventilación.
- c. **Puertas:** Preferiblemente construidas con láminas de hierro negro con punta de diamante, con un ancho mínimo de 1,5 metros que faciliten el paso de los carros recolectores.
- d. **Techos:** Deben cubrir completamente el área de almacenamiento y estar en buenas condiciones para impedir infiltraciones.

- e. **Cielo raso:** El cielo raso se colocará por razones de estética, aislamiento y disminución de la temperatura dentro del depósito. Se sugiere utilizar un tipo de material que cumpla funciones de cubierta y cielo raso al mismo tiempo, existentes en el mercado nacional.

7.6.5 Recipientes desechables

Los recipientes desechables más comúnmente utilizables son las fundas plásticas, y muy ocasionalmente embalajes de cartón. Las fundas deben tener un tamaño adecuado de acuerdo al tipo de almacenamiento. Pueden estar recubriendo internamente los recipientes sólidos o estar contenidas en estructuras de soportes especiales.

◆ Características

- Deben ser resistentes, para evitar riesgos de ruptura y derrame en la recolección y el transporte. Esta resistencia no depende únicamente del espesor sino de características de fabricación. Por tanto, se deberán hacer pruebas de calidad de las fundas plásticas periódicamente, para escoger las más adecuadas.
- Los espesores recomendados son: 30-40 micrómetros (0.03 - 0.04 mm) para volúmenes de 30 litros. 60 micrómetros (0.06 mm) para volúmenes de más de 30 litros. En casos especiales se utilizarán fundas de 120 micrómetros (0.012 mm). Es preferible que sean de material opaco por razones estéticas y deben ser impermeables para evitar fugas de líquidos.

◆ Manejo

Las fundas se deben doblar hacia afuera, recubriendo los bordes y 1/4 de la superficie exterior del contenedor, para evitar la contaminación de éste. Se las retirará cuando su capacidad se haya llenado en las 3/4 partes, cerrándolas con una tira plástica o de otro material, o haciendo un nudo en el extremo proximal de la funda.

En el recipiente debe colocarse una nueva funda de reemplazo del mismo color y con la misma identificación.

◆ Identificación

Los recipientes reusables y los desechables deben usar los siguientes colores:

- **Rojo:** Para desechos infecciosos especiales
- **Negro:** Para desechos comunes.
- **Gris:** Para desechos reciclables: papel, cartón, plástico, vidrio, etc.
- **Amarillo:** Para desechos radiactivos.

Nota: En algunos países se usan otros colores para la identificación de los desechos.

Las fundas rojas en lo posible deben ser marcadas con el símbolo de desecho biopeligroso. Si no hay fundas plásticas de estos colores, pueden usarse de un solo color pero claramente identificadas con los símbolos o con rótulos de cinta adhesiva (Fundación Natura).



Figura 7. 2. Símbolos de identificación

7.6.6 Recipientes para cortopunzantes

- Los objetos cortopunzantes, inmediatamente después de utilizados se depositarán en recipientes de plástico duro o metal con tapa, con una abertura a manera de alcancía, que impida la introducción de las manos. El contenedor debe tener una capacidad no mayor de 2 litros. Preferentemente transparentes para que pueda determinarse fácilmente si ya están llenos en sus 3/4 partes (Fundación Natura).
- Se pueden usar recipientes desechables como botellas vacías de desinfectantes, productos químicos, sueros, etc. En este caso se debe decidir si el material y la forma son los adecuados para evitar perforaciones, derrames y facilitar el transporte seguro.

- Los contenedores irán con la leyenda: **Peligro: desechos cortopunzantes.**
- Existirá un contenedor por cada cama en las áreas de aislamiento y cuidados intensivos, y una por cada cuarto en las otras áreas.
- No es necesario tapar la aguja con el protector. Las jeringuillas se colocan directamente sin el protector dentro del recipiente de los cortopunzantes. En caso de emergencia, cuando sea necesario tapar la aguja, hay que hacerlo **con una sola mano**. La tapa o protector permanece en la mesa, y se puede sujetarse con un esparadrapo (Ver figura 7.3).
- Los recipientes llenos en sus 3/4 partes, serán enviados para su tratamiento al autoclave o al incinerador. Se puede usar también la desinfección química mediante una solución de hipoclorito de sodio al 10% que se colocará antes de enviar al almacenamiento final, es decir cuando se haya terminado de usar el recipiente. Esta solución no debería colocarse desde el inicio ya que se inactiva con el tiempo y puede ser derramada mientras el recipiente permanece abierto y en uso.
- Para prevenir la utilización futura de estos envases pueden ser sometidos a aglutinación o encapsulación. Esto no es necesario cuando son tratados con autoclave ya que las jeringas quedan convertidas en una masa plástica firmemente unida al recipiente.

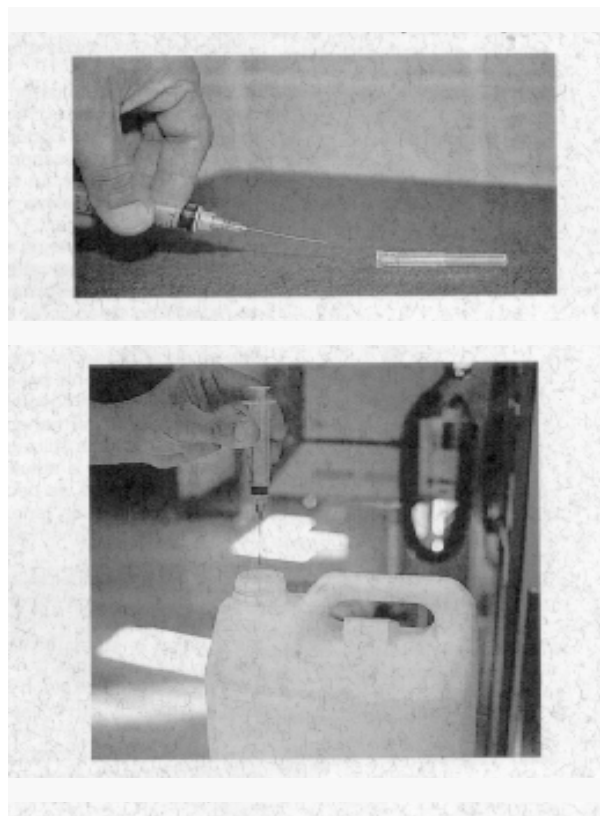


Figura 7.3. Manejo de cortopunzantes

Existen otros equipos para recopilar y aislar las agujas:

- Algunos equipos cortan las agujas y las recopilan. Sin embargo, pueden provocar la salida de partículas infectantes y dejan la jeringuilla con restos metálicos que todavía pueden ser peligrosos.
- Otros equipos funden las agujas. Para ello utilizan un arco eléctrico de alto voltaje que funde las agujas en segundos y las convierte en polvo metálico. Puede considerarse como un método de tratamiento ya que destruye los gérmenes por las altas temperaturas que alcanza.

7.6.7 Recipientes para laboratorio

Los desechos de laboratorio deben ser colocados en recipientes plásticos que eviten fugas de líquidos contaminantes. Es necesario que sean resistentes al calor y abiertos o permeables al vapor para permitir su tratamiento en el autoclave, luego de lo cual deberían ser aislados para evitar una nueva contaminación con los gérmenes del laboratorio.

7.7 El transporte

Consiste en la recolección y el traslado de los desechos desde los sitios de generación hasta el almacenamiento temporal y final. Cada establecimiento de salud debe elaborar un horario de recolección y transporte, que incluya rutas y frecuencias para evitar interferencias con el resto de actividades de la unidad. El uso simultáneo de los elevadores y de los corredores por parte de los visitantes, el personal médico e incluso de los coches de los alimentos no constituyen riesgo adicional de contaminación si los desechos están contenidos adecuadamente en los recipientes del carro transportador. Sin embargo, existe un problema estético y de percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios, por lo que se aconseja establecer horarios diferentes (Fundación Natura).

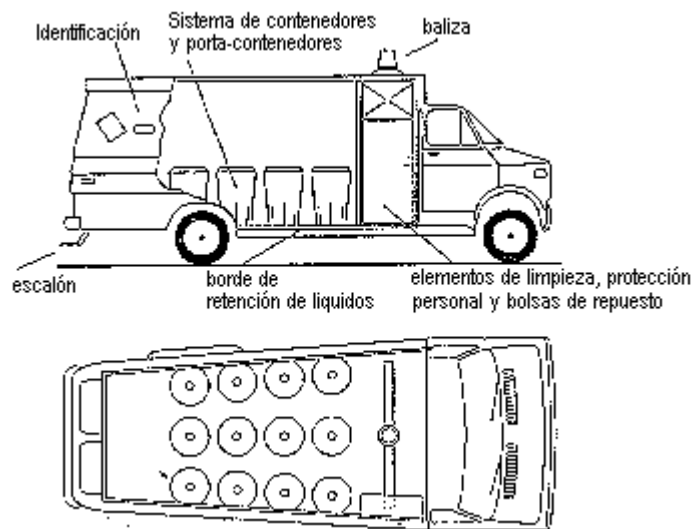


Figura 7. 4. Características de los vehículos de transporte

7.7.1 Horario

La recolección se efectuará de acuerdo al volumen de generación de desechos y al nivel de complejidad de la unidad de salud; se realizará 2 o 3 veces al día y con mayor frecuencia en áreas críticas. De preferencia será diferenciada, es decir que se operará de acuerdo al siguiente esquema:

NO en horas de comida

NO en horas de visitas médicas.

Preferentemente NO en horas de visita del público.

El transporte de desechos se puede realizar de dos maneras:

a) Manual

Se utiliza en unidades médicas de menor complejidad, tales como: consultorios médicos, odontológicos, laboratorios clínicos, de patología, etc. Se usarán recipientes pequeños para facilitar su manejo, evitar derrames y para prevenir que el exceso de peso pueda provocar accidentes y enfermedades laborales en el personal de limpieza (Fundación Natura).

b) Por medio de carros transportadores

Trasladan los desechos en forma segura y rápida, desde las fuentes de generación y hasta el lugar destinado para su almacenamiento temporal y final. Para esto se necesitan las siguientes normas:

- Tener un tamaño adecuado acorde con la cantidad de residuos a recolectar y con las condiciones del centro.
- Ser estables para evitar accidentes o derrames y ser cómodos para el manejo.
- Utilizar carros de tracción manual con llantas de caucho, para lograr un amortiguamiento apropiado.
- Los carros recolectores serán utilizados exclusivamente para transporte de desechos.
- El carro recolector no entrará a las áreas de diagnóstico y tratamiento de pacientes, se estacionará en un pasillo cercano o en un lugar en donde no interfiera en la circulación.
- El empleado asignado entrará al sitio de almacenamiento, tomará los recipientes y los transportará al almacenamiento temporal y final.
- Los recipientes irán herméticamente cerrados.
- Al final de la operación, los carros serán lavados y, en caso de contacto con desechos infecciosos, serán sometidos a desinfección.
- Contará con un equipo para controlar derrames: material absorbente, pala, equipo de limpieza y desinfección y equipo de protección personal.

Debe controlarse que no haya residuos en los coches ni que se provoquen derrames por una mala técnica de transporte.

Los coches de transporte de ropa usada deben ser exclusivos para este propósito. Los desechos infecciosos y especiales nunca deben ser vaciados de un recipiente a otro ya que pueden provocar dispersión de gérmenes. Esta práctica solo puede realizarse con los desechos generales para ahorrar fundas plásticas siempre que se considere seguro y que sea necesario por razones económicas.

No se aconseja el uso de ductos internos ya que su mantenimiento y desinfección son muy complejos. Provocan malos olores y son vías de transporte de gérmenes y vectores como moscas, cucarachas y roedores, por tanto, debe clausurarse (Fundación Natura).

7.8 Normas de Bioseguridad

7.8.1 Manejo de desechos hospitalarios

- Utilice en forma permanente los elementos de protección personal: guantes, protectores oculares, mascarilla, delantal plástico y botas, los cuales deben adaptarse a la tarea que se va a realizar y mantenerse en buenas condiciones de higiene.
 - Evacue los desechos anudando las bolsas que los contienen. No introduzca las manos dentro del recipiente, pues ello puede ocasionar accidentes de trabajo por chuzones, cortaduras o contacto con material contaminado.
 - Evite vaciar desechos de un recipiente a otro.
 - Considere todo el material que se encuentre dentro de la bolsa roja como contaminado. Evite mezclar el material en su recolección, en su transporte y almacenamiento.
 - Asegúrese que todos los desechos cortopunzantes y de riesgo biológico hayan sido sometidos al proceso previo de desinfección.
 - Mantenga en óptimas condiciones de higiene los recipientes, carros de transporte, áreas de almacenamiento y áreas de disposición final de los desechos.
- (www.unicauca.edu.co/universidad/uni-saludocupaconal_bioseguirad.php).

7.8.2 Elementos de protección personal para riesgo biológico

- Uso de mascarillas y protectores oculares en los procedimientos que se generen gotas de sangre o líquidos corporales. Con esta medida se previene la exposición de mucosas de boca, nariz y ojos, evitando que se reciban inóculos infectados.
- Uso de mascarilla buconasal: Protege de eventuales contaminaciones con saliva, sangre o vómito, que pudieran salir del paciente y caer en la cavidad oral y nasal del trabajador.
- Uso de las bracerías: Para evitar el contacto del antebrazo y brazo con sangre o líquidos corporales en procedimientos como partos normales, cesárea, citología y odontología, entre otros.
- Uso de guantes: Reducen el riesgo de contaminación por fluidos en las manos, pero no evita el corte o el pinchazo. Es importante anotar que el empleo de guantes tiene por objeto complementar y no sustituir las prácticas apropiadas de control de infecciones, en particular el

lavado de manos. Si el procedimiento a realizar es invasivo de alta exposición, se debe utilizar doble guante.

Delantal de caucho: Es un protector para el cuerpo, evita la posibilidad de contaminación por la salida explosiva o a presión de sangre o líquidos corporales; por ejemplo, en drenajes de abscesos, atención de heridas, partos, punción de cavidades y cirugías, entre otros. (www.unicauca.edu.co/universidad/uni-saludocupaconal_bioseguridad.php).

7.9 Sistemas de tratamiento

La finalidad de cualquier sistema de tratamiento es eliminar las características de peligrosidad de los DSH/P para que, después del tratamiento, no representen más riesgo para la salud pública que los desechos comunes.

Cualquier sistema de tratamiento para los DSH/P tiene que cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- Asegurar la destrucción total y completa de todos los gérmenes patógenos presentes, incluyendo los que se encuentran al interior de agujas, jeringas, catéteres, etc.
- No ocasionar problemas al medio ambiente con emisiones gaseosas, descargas líquidas y sólidas.
- Ser de segura y comprobada tecnología, así como también de práctico funcionamiento y mantenimiento.

Además, son factores deseables:

- Permitir una reducción del volumen de los desechos tratados.
- Lograr que las partes anatómicas o semejantes, como por ejemplo las placentas, sean eliminadas sin ocasionar problemas estéticos y/o religiosos.

Es importante también que mediante el tratamiento se logre una transformación irreversible de los diferentes objetos, con el fin de evitar la reutilización clandestina de los artículos que puedan tener valor comercial.

Las alternativas disponibles para el tratamiento de los DSH/P están también vinculadas al tamaño de la Instalación de Salud y la localidad donde se ubica (www.cepis.ops-oms.org). Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.9.1 Tratamiento

Entre las tecnologías disponibles para el tratamiento de residuos infecciosos se puede mencionar a la incineración, el autoclave y el tratamiento por microondas, entre otros. Un inadecuado diseño o incorrecta operación de los sistemas de tratamiento pueden generar problemas de contaminación ambiental, por lo que es importante prevenir esa posibilidad mediante la correcta selección de la tecnología y la capacitación del personal a cargo de su operación.

El tratamiento de los residuos hospitalarios se efectúa para lograr los siguientes resultados:

- Eliminar el potencial infeccioso o peligroso de los residuos, previo a su disposición final.
- Reducir su volumen.
- Volver irreconocibles los desechos de la cirugía (partes corporales).
- Impedir el reuso inadecuado de artículos reciclables.

7.9.1.1 Incineración

Consiste en destruir los desechos (bioinfecciosos y químicos) mediante un proceso de combustión en el cual éstos son reducidos a cenizas.

Los incineradores pueden quemar la mayoría de los desechos sólidos peligrosos, incluyendo los farmacéuticos y los químico-orgánicos, pero no los desechos radiactivos ni los contenedores presurizados. Los incineradores modernos están equipados con una cámara primaria y otra secundaria de combustión, provistas de quemadores capaces de alcanzar la combustión completa de

los desechos y una amplia destrucción de las sustancias químicas nocivas y tóxicas (dioxina, furanos, etc). En la cámara de combustión secundaria se alcanzan temperaturas de alrededor de 1.100 °C y se opera con un tiempo de permanencia de los humos de un mínimo de dos segundos. Para tratar el flujo de gases y las partículas arrastradas, antes de ser liberados a la atmósfera, se agregan torres de lavado químico, ciclones, filtros, etc.

Los incineradores operan con máxima eficiencia cuando los desechos que se queman tienen un poder calórico suficientemente alto, es decir, cuando la combustión produce una cantidad de calor suficiente para evaporar la humedad de los desechos y mantener la temperatura de combustión sin añadir más combustible.

En general, es preferible que los incineradores operen continuamente, ya que los cambios de temperatura provocados por los paros deterioran rápidamente los revestimientos refractarios.

Un incinerador a funcionamiento continuo o discontinuo, cuidadosamente operado, tiene una vida útil de 10 a 15 años. Necesita mantenimiento constante y un mantenimiento anual extraordinario que implica un paro del equipo entre 20 y 30 días. Para evitar que los paros previstos (e imprevistos) puedan causar grandes acumulaciones de desechos, sería deseable disponer de un segundo incinerador capaz de tratar los DSH/P por el período de paro del incinerador principal. Como alternativa se puede pensar en un pequeño relleno sanitario especial (RSE) adecuado para recibir los DSH/P producidos en los 20-30 días de paro anual.

- **Ventajas**

- Destruye cualquier material que contiene carbón orgánico, incluyendo los patógenos.
- Produce una reducción importante el volumen de los desechos (80%-95%).
- Los restos son irreconocibles y definitivamente no reciclables.
- Bajo ciertas condiciones, permite el tratamiento de residuos químicos y farmacéuticos.
- Permite el tratamiento de residuos anatómicos y patológicos.

- **Desventajas**

- Cuesta 2 ó 3 veces más que cualquier otro sistema.
- Supone un elevado costo de funcionamiento por el consumo de combustible (sobre todo si se cargan DSH/P con alto contenido de humedad).
- Necesita un constante mantenimiento.
- Necesita operadores bien capacitados.
- Conlleva el riesgo de posibles emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

Los residuos se queman bajo condiciones controladas para oxidar el carbón y el hidrógeno presente en los residuos. Este método se utiliza para tratar varios tipos de residuos. Los materiales no incinerables permanecen como residuos. Los incineradores deben contar con doble cámara; una primaria con temperatura entre 600 y 850 °C; y una secundaria con 1.200 °C, además debe contar con filtro y lavador de gases.

Las principales ventajas de este método son la reducción del volumen y masa del material a ser dispuesto en los rellenos y la posibilidad de recuperar energía para generar vapor o electricidad.

Las desventajas son que las emisiones gaseosas pueden contener contaminantes y que su operación y mantenimiento, dependiendo de su magnitud, pueden ser complejos.

7.9.1.2 Desinfección

Consiste en eliminar los microorganismos patógenos presentes en los desechos bioinfecciosos. Se diferencia de la esterilización en que esta última implica la destrucción de todos los microorganismos presentes.

La desinfección puede lograrse por medio de procesos químicos y térmicos, por microondas o por irradiación. Dependiendo del tipo de desinfección y de su eficacia, los desechos bioinfecciosos pierden su peligrosidad y pueden, por lo tanto, ser manejados como residuos comunes (www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

• Desinfección química

Para efectuar la desinfección química debe procederse a la trituración preliminar de los desechos bioinfecciosos. Este tipo de desinfección puede realizarse con una amplia variedad de desinfectantes.

Su eficacia depende de tres factores:

- Tipo de desinfectante utilizado
- Su concentración
- Tiempo de contacto

Ventajas

- Bajo costo
- Puede realizarse en la fuente de generación

Desventajas

- Podría ser ineficaz contra cepas de patógenos que son resistentes a un químico determinado
- Las oportunidades de desinfectar químicamente el interior de una aguja o de una jeringuilla son muy bajas
- Podría aumentar los riesgos, porque se tiende a considerar que los desechos que han sido "tratados" con desinfectantes son seguros
- No reduce el volumen de los desechos tratados
- La disposición del desinfectante usado puede afectar el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, afectando el proceso de degradación biológica.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

• Esterilización a vapor autoclave (Desinfección térmica húmeda)

En el tratamiento por autoclave, los residuos se exponen a altas temperaturas mediante la inyección de vapor y alta presión, lo que permite destruir patógenos (Figura 7.5). Existen tres tipos de autoclave:

- Autoclave de desplazamiento por gravedad con 121 °C de temperatura y de 1,1 a 1,2 atmósferas de presión.

- Autoclave prevacío con 132 °C de temperatura y entre 1,84 y 2,18 atmósferas de presión.
- Autoclave de retorta con temperatura superior a 204 °C y presión de vapor superior a 20,4 atmósferas.

Comúnmente se acepta temperaturas de 121 °C con un tiempo de residencia de media hora o más dependiendo de la cantidad del residuo. Este método es fácil de instalar y operar y existen en el mercado autoclaves de diferente capacidad. Los factores condicionantes son que los residuos requieren una distribución homogénea en la cámara cuando ésta no tiene sistema de rotación; hay poca reducción del volumen de residuos y necesita equipo adicional para el suministro de vapor. El indicador de control biológico es el *Bacillus stereothermophilus* (Monge, 1997).

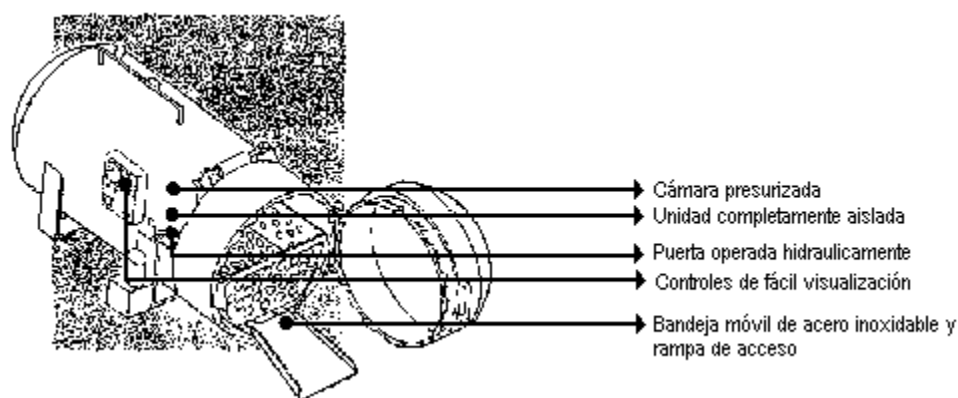


Figura 7. 5. Tratamiento por autoclave

Para que la desinfección sea completa, el vapor tiene que penetrar en cada parte de los desechos y mantener la temperatura alrededor de los 160°C por un mínimo de 12 a 15 minutos. Se encuentran disponibles autoclaves de diferentes tamaños que pueden ser seleccionados de acuerdo con la cantidad de desechos producidos por el hospital o el grupo de hospitales.

Para una desinfección efectiva, sobre todo de las agujas, sería preferible su trituración o desfibración preliminar. Los factores principales que deben considerarse cuando se tratan desechos infecciosos mediante la esterilización de vapor son:

- El tipo de desecho
- Los empaques y recipientes
- El volumen de los desechos y el tipo de carga en la cámara de tratamiento.

Tipos de desechos

Los desechos infecciosos de baja densidad, tales como muchos materiales plásticos, son más adecuados para la esterilización a vapor. Los desechos de alta densidad, tales como partes grandes de cuerpos y cantidades grandes de material animal o de fluidos, dificultan la penetración del vapor y requieren un tiempo más largo de esterilización. En el caso de que se genere una gran cantidad de desechos de alta densidad, deberían considerarse métodos de tratamiento alternativos como, por ejemplo, la incineración o el uso previo de trituradores.

Empaques y recipientes

En la desinfección térmica húmeda se deben utilizar recipientes que permitan la penetración del vapor sin derretirse.

Cuando los envases utilizados para contener los desechos bioinfecciosos no respondan a estas características, deberá procederse de la siguiente forma:

- a) Si se utilizan contenedores lábiles, que se derriten con el calor, es recomendable colocarlos dentro de otros recipientes (plástico rígido o bolsas resistentes al calor) para evitar ensuciar o dañar las paredes del autoclave y facilitar la extracción de los desechos tratados.
- b) En el caso de envases de plástico (por ejemplo, polietileno), que sí resisten al calor pero impiden la penetración del vapor, es necesario operar previamente el destape de los mismos para que el proceso de esterilización sea efectivo.

Volumen y tipo de carga de los desechos

El volumen del desecho es un factor importante en la esterilización mediante el vapor. Considerando que puede resultar difícil lograr la temperatura de esterilización con cargas grandes, puede ser más efectivo tratar una cantidad grande de desechos en dos cargas pequeñas, en lugar de una sola.

Ventajas

- Alto grado de efectividad
- Es un equipo simple de operar
- Es un equipo conceptualmente similar a otros normalmente utilizados en Instalaciones de Salud (autoclaves para esterilización).

Desventajas

- No reduce el volumen de los desechos tratados
- Puede producir malos olores y generar aerosoles
- Es necesario utilizar recipientes y/o bolsas termo resistentes, que tienen costos relativamente elevados
- No es conveniente para residuos patológicos, porque siguen siendo reconocibles después del tratamiento
- Los aparatos de vapores son escasamente utilizados en países tropicales, de tal manera que no hay familiaridad con los riesgos que implican.

El personal involucrado en la esterilización de vapor debería educarse en técnicas apropiadas para minimizar la exposición personal a los peligros que el uso del autoclave puede generar. Estas técnicas incluyen uso de equipo protector, técnicas para reducir al mínimo la producción de aerosoles y técnicas para la prevención de derrames de desechos durante la carga del autoclave (www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

• Desinfección por microondas

En este tipo de tratamiento, los residuos se trituran y se les inyecta vapor para asegurar la absorción uniforme del calor, en ese estado, son impulsados a través de una cámara donde son expuestos a las microondas (Figura 7.6). Los residuos se calientan hasta 95°C por 30 minutos. Tiene una frecuencia de 2.450 MHz y una longitud de onda de 12,24 cm.

Las ventajas del método son su bajo consumo de energía, aproximadamente 270 Kw. /hora; deja irreconocibles los residuos y la descarga de efluentes es insignificante. Sus desventajas son que

presenta riesgo de liberar material tóxico volátil durante el proceso de tratamiento; la molienda está sujeta a fallas mecánicas y no se destruyen todos los parásitos ni bacterias esporuladas.

Estas vibraciones electromagnéticas producen como resultado el movimiento a gran velocidad de las moléculas de agua presentes en los desechos. La fricción que se origina entre ellas genera un intenso calor.

El proceso no es apropiado para grandes cantidades de DSH/P (más de 800 a 1.000 kg diarios) y tampoco para desechos patológicos. Existe también el riesgo de emisiones de aerosoles que pueden contener productos orgánicos peligrosos.

Los sistemas de desinfección por microondas son muy utilizados para el tratamiento local de los desechos de laboratorios y son constituidos por hornos pequeños, cuyo principio de funcionamiento es el mismo de los hornos de microondas de uso doméstico.

Nunca hay que poner objetos metálicos en estos hornos, ya que las microondas, al rebotar en el metal, generan descargas eléctricas entre éstos y las paredes del horno. Por consiguiente, los punzocortantes en ningún caso deben tratarse con este sistema.

Ventajas

- Alto grado de efectividad.
- Bajo consumo de energía, aproximadamente 270 Kw./hora
- Deja irreconocibles los residuos
- Descarga de efluentes es insignificante

Desventajas

- Costo de instalación superior al del autoclave
- No es apropiado para tratar más de 800 a 1.000 kg diarios de desechos
- Riesgos de emisiones de aerosoles que pueden contener productos orgánicos peligrosos
- Requiere personal especializado y estrictas normas de seguridad.

- La molienda está sujeta a fallas mecánicas y no se destruyen todos los parásitos ni bacterias esporuladas

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

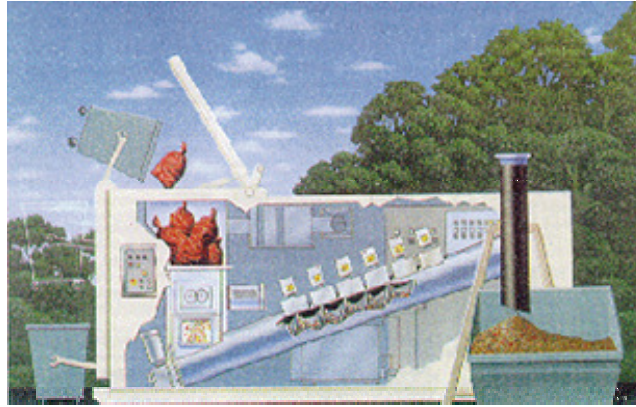


Figura 7. 6. Tratamiento por microondas

- **Desinfección por irradiación**

Consiste en destruir los agentes patógenos presentes en los desechos mediante su exposición a radiaciones ionizantes. La molienda o desfibración preliminar es realizada para mejorar la eficacia del procedimiento. La irradiación es un proceso de alta tecnología que debe ser operado con grandes precauciones y necesita de estructuras físicas adecuadas. Por tales razones no se recomienda, sobre todo, en situaciones en las cuales no haya técnicos disponibles y bien capacitados, o en donde los repuestos y los accesorios no sean fáciles de obtener.

Los riesgos que se enfrentan en la utilización de sustancias radiactivas son bien conocidos: daños al patrimonio genético, a la médula ósea, a las células de la sangre y a la piel (enfermedades neoplásicas), entre otros.

Ventajas

- Alto grado de efectividad
- Contaminación mínima
- Es menos costosa que una desinfección química o térmica.

Desventajas

- Requiere máxima seguridad ante el peligro de radiaciones
- Tecnología compleja y problemas de mantenimiento
- Personal de operación altamente capacitado y estructuras físicas adecuadas
- La fuente de irradiación se convierte en desecho peligroso al terminar su vida útil.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.9.1.3 Otros procesos de tratamiento

Actualmente se usan equipos móviles de tratamiento (Figura 7.7). Las ventajas de estos sistemas son que pueden ser utilizados en distintos establecimientos; no es necesario un espacio para la unidad de tratamiento en el centro de salud; y pueden ser usados en casos de emergencia en hospitales de campaña. Por otro lado, en estas unidades se pueden colocar cualesquiera de las tecnologías de tratamiento, ya sea incineración, esterilización por microondas, esterilización por vapor, haz de electrones, entre otros.

Otros desechos peligrosos pueden eliminarse del siguiente modo:

- Los fármacos citotóxicos deben ser quemados o degradados químicamente por especialistas calificados. Nunca deberán diluirse o verterse al alcantarillado.
- Los materiales radiactivos pueden devolverse a la industria nuclear que los suministró. La mayoría de los desechos radiactivos de los establecimientos médicos tienen un nivel bajo de radiactividad y una semivida corta, por lo que pueden almacenarse en condiciones controladas hasta que puedan ser tratados como otros desechos. Debe solicitarse el asesoramiento de expertos.
- Los envases presurizados deben enterrarse o devolverse al fabricante pero nunca quemarse o procesarse mecánicamente.

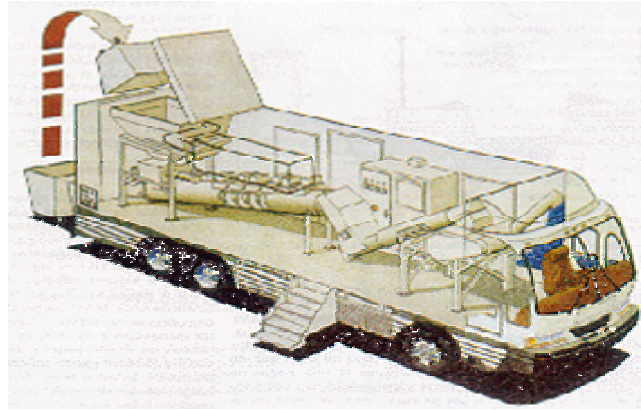


Figura 7. 7. Equipo móvil de tratamiento

Al seleccionar una alternativa de tratamiento es necesario hacer un análisis comparativo de los parámetros más relevantes de cada proceso, así como revisar la reglamentación vigente, facilidad de operación, necesidad de personal capacitado, riesgos ocupacionales y ambientales, costos, entre otros. Es necesario considerar las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y buscar el que mejor se adecue a las necesidades particulares de cada centro de atención de salud.

En la tabla 7.3 se muestra un cuadro comparativo de diversos factores operacionales de algunos sistemas de tratamiento.

7.9.2 Criterios para la selección del tipo de tratamiento

Para la selección del tipo de tratamiento más adecuado de los DHS/P, es conveniente evaluar varios factores:

- Impacto ambiental
- Costos de instalación
- Costos de gestión y mantenimiento
- Número de horas diarias de utilización del sistema (en función de la cantidad de DSH/P que serán tratados)
- Factores de seguridad

Estas evaluaciones incluyen:

- La investigación de los sitios e instalaciones disponibles para el tratamiento o eliminación de DSH/P
- El cálculo de los costos de todas las opciones viables para hacer comparaciones
- La revisión de los requerimientos normativos y los permisos exigidos para la opción viable
- La determinación de costos o dificultades adicionales que podrían estar asociadas a las opciones seleccionadas.

A partir de estos datos, el planificador puede desarrollar una matriz de alternativas que incorporen las evaluaciones técnicas, los planes y los análisis económicos que conduzcan a un grupo de opciones apropiadas. En las posibles opciones deberá considerarse si es factible y oportuno el tratamiento al interior de las mismas instalaciones.

Al estimar costos, el planificador debe determinar la inversión de bienes de capital, así como los costos anuales de mantenimiento, de operación, instalación y amortización del equipo.

Al seleccionar una opción de manejo de desechos, el planificador debe considerar, además de la conveniencia económica, los siguientes aspectos:

- Condiciones específicas locales o referentes a la composición de los desechos a tratar, que puedan causar suspensiones accidentales de operación o bajo rendimiento de la misma
- Condiciones futuras y cambios potenciales, tales como los relacionados con regulaciones y estándares
- Actitudes contrarias y la eventual oposición pública a una o más opciones de tratamiento o eliminación.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.9.3 Elementos para un sistema de monitoreo

Un enfoque conveniente para determinar la eficacia de los tratamientos de DSH/P es el uso de indicadores biológicos. Evidentemente ese sistema no aplica en el caso de la incineración.

Los indicadores biológicos son productos normalizados que se utilizan rutinariamente para demostrar la eficacia del proceso de tratamiento. Actualmente se usan esporas de cepas resistentes de especies bacteriológicas particulares para probar la eficacia de cada proceso específico de tratamiento. La farmacopea de Estados Unidos recomienda el uso de indicadores biológicos para la verificación del proceso de tratamiento, tales como la desinfección con vapor y los otros procesos de inactivación térmica.

Existen otros indicadores que simplemente alertan si no se ha logrado una suficiente temperatura en el proceso. Sin embargo, esos indicadores no garantizan la eficacia de los procesos de desinfección, ya que cada técnica de tratamiento involucra una combinación de factores. Cumplir con un solo factor no constituye de ninguna manera un indicativo válido de eficacia.

La verificación es una fase esencial que hace posible averiguar la efectividad de cada técnica de tratamiento. También permite afinar los procedimientos para evitar tratamientos excesivos, a fin de lograr ahorros de tiempo, energía y/o materiales. Las verificaciones periódicas sirven para demostrar que se ha logrado la desinfección. Al mismo tiempo, confirman la utilización de procedimientos apropiados y el correcto funcionamiento del equipo.

Evidentemente, la distribución de los indicadores al interior de la carga es un elemento muy importante para verificar que el proceso de desinfección se haya logrado totalmente.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.10 Disposición final

La disposición final de los DSH/P se define como su ubicación en rellenos sanitarios u otro destino adecuado, después de haber sido desinfectados o incinerados.

Cuando se utiliza un proceso de tratamiento diferente a la incineración, es conveniente, como medida de precaución, destinar los DSH/P a un área separada, en la que se garantice su

recubrimiento inmediato con tierra, a fin de evitar que sean recuperados y reciclados por los rebuscadores de basura.

Considerando que en la gran mayoría de los países de América Central no existen rellenos sanitarios y que la basura se maneja en vertederos, es importante buscar soluciones alternativas mientras se logra un cambio de actitudes y legislación sobre la gestión de los vertederos municipales, con el fin de garantizar la seguridad al máximo.

De todas formas, es fundamental que los Comités de Control y Prevención de Infecciones Nosocomiales de cada Instalación de Salud impulsen un trabajo de sensibilización e involucramiento de las Municipalidades, comunidades y rebuscadores de basura, para encontrar conjuntamente soluciones más seguras y proyectadas hacia el futuro.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.10.1 El Relleno sanitario especial (RSE)

Un relleno sanitario especial (RSE) debe tener las siguientes características:

- Celda de seguridad en terreno adecuadamente impermeabilizado, a fin de evitar la contaminación del suelo y, en particular, de las capas acuíferas.
- Totalmente cercado (altura mínima 2.5 metros) y vigilado las 24 horas para evitar la entrada a personas dedicadas a la recuperación de desechos que puedan tener valor comercial.
- Disponer de un sistema de recolección y de tratamiento de las aguas de lixiviación antes de su descarga.
- Disponer de un sistema adecuado para la liberación a la atmósfera de los gases producidos.

Si existen dudas acerca de la efectividad del tratamiento realizado, el destino final de los DSH/P será el Relleno Sanitario Especial.

Es prudente que los objetos punzocortantes, que hayan sido tratados con un sistema diferente al de la incineración, sigan siendo manejados como peligrosos, ya que aún podrían presentar características de peligrosidad.

Un Relleno Sanitario Especial bien diseñado y administrado puede también, en caso de que no sea posible realizar un tratamiento adecuado de los DSH/P, garantizar un aceptable nivel de seguridad si los desechos son manejados de manera oportuna y separados de los residuos comunes.

Los equipos específicos para lograr un buen recubrimiento con tierra en el RSE son: un tractor de oruga con pala, de tipo adecuado para desechos, y un camión de capacidad de 15 metros cúbicos para el transporte de la tierra de recubrimiento.

En la selección de la ubicación siempre se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Durante el proceso de degradación puede verificarse la producción de sustancias tóxicas, nocivas y emanaciones de olores que pueden ser liberadas a la atmósfera, con perjuicio de urbanizaciones cercanas.
- El tránsito de camiones de basura aumenta las posibilidades de desparramar desechos o líquidos en las cercanías del relleno.
- Por razones de resistencia del suelo y de seguridad en general, este terreno no podrá ser utilizado en el futuro para proyectos urbanísticos.
- Es necesario disponer de un espacio suficiente para operar el relleno por un período de aproximadamente 15 años.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.10.2 Fosa de seguridad

La fosa de seguridad es útil para el manejo de pequeñas cantidades de desechos. Se ha sugerido también que la adición de cal sobre los desechos depositados en la fosa, puede ayudar a controlar la emanación de olor desagradable y eliminar bacterias.

Ubicación

Es importante que las fosas no estén cerca de fuentes de agua, recursos hídricos subterráneos, viviendas o tierras de cultivo, ni en zonas sujetas a inundaciones o erosión. La ubicación de las fosas deberá anotarse minuciosamente. Los responsables de la Instalación de Salud y la Municipalidad deberán archivar copias de estos registros.

El problema principal de las fosas de seguridad es la dificultad de mantener el recubrimiento necesario y un control adecuado, ya que tanto los rebusadores de basura, como los perros y otros animales, pueden intentar acceder a ellas. Son frecuentes los casos de niños que recuperan jeringas y otros productos desechados para jugar o venderlos.

Situar las fosas dentro del cementerio local podría ser una solución simple y bastante eficaz a este problema, ya que las actitudes culturales con respecto a los cementerios parecen ofrecer cierta garantía (www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

Los riesgos relacionados con el relleno de residuos infecciosos son la contaminación de aguas subterráneas, contaminación del suelo e infección directa del personal o de ocasionales segregadores de basura. Por estas razones, la alternativa más adecuada para la disposición de residuos contaminados que no han recibido tratamiento es el relleno de seguridad.

La ventaja de este método es su seguridad si se restringe el acceso y se selecciona el sitio de forma adecuada. Las desventajas son que la limitación de acceso no puede ser garantizada en todo momento y que puede ser difícil evaluar las condiciones para rellenos seguros. (Monge, 1997).

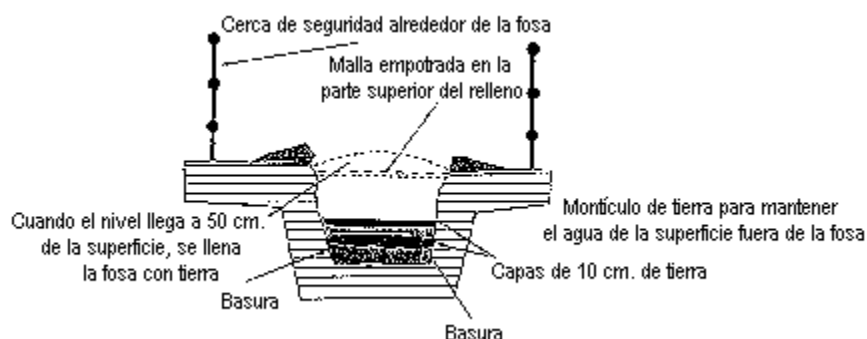


Figura 7. 8. Fosa para eliminar cantidades pequeñas de desechos

7.10.3 Fosa de seguridad para objetos cortopunzantes

Para construir una fosa de seguridad deben seguirse los pasos siguientes:

- Construir una fosa circular o rectangular en un terreno impermeable o impermeabilizado. Puede recubrirse con ladrillos, mampostería o anillos de concreto si existe la posibilidad de que los perros o los rebuscadores de basura traten de excavarla.
- Se cubre la fosa con una loza pesada de concreto, atravesada con un tubo de acero galvanizado o PVC, que sobresale alrededor de 1.5 m. de la parte superior de la loza. El tubo debe tener un diámetro interno que permita verter las agujas directamente desde el contenedor en el que han sido previamente segregadas. La altura del tubo tiene que ser suficiente para que los niños no puedan arrojar tierra o piedras e impedir que se llene demasiado pronto.
- Las agujas (sin la jeringa o los catéteres de venoclisis) y hojas de bisturís serán arrojadas al conducto, ya que así serán inalcanzables. Para evitar riesgos de manejo de las agujas, éstas deberán separarse de los catéteres y las jeringas después de haberse reencapuchado usando la técnica de una sola mano.
- Una vez que la fosa se haya llenado, se sellará completamente, de preferencia recubriéndola con una capa de cemento, y se procederá a preparar una nueva fosa de idénticas características.

(www.cepis.ops-oms.org. Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P).

7.10.4 Encapsulado

El encapsulado es la opción más económica de disponer residuos punzocortantes; éstos se disponen en un envase hasta ocupar tres cuartos y se vierte sustancias tales como cemento líquido, arena bituminosa o espuma plástica, hasta llenar el recipiente. Cuando la sustancia se seca, el envase puede ser dispuesto en un relleno o dentro de las instalaciones del hospital. Este método es simple, seguro, de bajo costo y también puede aplicarse a productos farmacéuticos. Sin embargo, no es recomendable para residuos infecciosos no cortantes.

7.10.5 Relleno de emergencia

El relleno de emergencia también puede ser empleado como un método provisional o de corto plazo, por ejemplo en hospitales de campaña. Se cava una zanja de un metro de ancho, dos metros de largo y 1,5 metros de profundidad, de preferencia en un suelo impermeable no rocoso. El fondo de la zanja

debe ser 1,5 metros más alto que el nivel del acuífero no confinado. Los residuos se colocan en la zanja hasta alcanzar un metro y luego se llena con tierra. El proceso es apropiado para objetos punzocortantes, residuos infecciosos y, eventualmente, residuos químicos y farmacéuticos. Presenta la desventaja de poseer riesgos de contaminación y que puede resultar difícil prevenir la segregación en todo momento (Monge, 1997).

Tabla 7. 3. Cuadro comparativo de algunos sistemas de tratamiento

Factor	Sistema de tratamiento		
	Esterilización por vapor	Incineración	Microondas
Aplicación	Mayoría de residuos infecciosos	Casi todos los residuos infecciosos	Casi todos los residuos infecciosos
Operación	Fácil	Compleja	Moderadamente compleja
Requerimientos del personal	Capacitado	Capacitado	Capacitado
Reducción de volumen	30% (sin compactación subsecuente)	85 a 95%	60% (con trituración)
Riesgos ocupacionales	Bajo	Moderado	Bajo
Efluentes líquidos	Bajo riesgo	Riesgo moderado (lavador de gases)	Bajo riesgo
Emisiones al aire	Bajo riesgo	Alto riesgo	Bajo riesgo

Tomado de Monge, 1997.

7.10.6 Qué es un relleno sanitario?

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Hace poco menos de un siglo, en Estados Unidos, surgió el relleno sanitario como resultado de las experiencias, de compactación y cobertura de los residuos con equipo pesado; desde entonces, se emplea este término para aludir al sitio en el cual los residuos son primero depositados y luego cubiertos al final de cada día de operación.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control.

7.10.6.1 Características que deberían tener los rellenos sanitarios

Un relleno sanitario ideal entonces, debería ser un espacio totalmente confinado, del cual no pudiera salir ningún tipo de contaminante. Este ideal es imposible de alcanzar. Sin embargo, existe una gran cantidad de normas sobre las características constructivas que deberían tener los rellenos sanitarios que facilitan acercarse a este ideal. El principal objetivo de estas normas es evitar la infiltración de los lixiviados hacia acuíferos subterráneos, lo cual no sólo contaminaría a éstos, imposibilitando su uso como agua potable, sino también a otros acuíferos superficiales vinculados. Para evitar la infiltración, se propone la colocación en la parte inferior de los rellenos sanitarios de diversas capas impermeables o poco permeables; la colocación de capas similares en la parte superior, para evitar que infiltre agua de lluvia en el relleno, aumentando el volumen de lixiviados; y la colocación también de sistemas de captación y tratamiento de los líquidos lixiviados acumulados en el fondo. Las normas también tratan sobre la gestión de los gases que se generan en el relleno sanitario. La

mínima gestión al respecto consiste en colocar dispositivos que permitan ventear los gases generados en el relleno, con el fin de evitar explosiones y accidentes. Otros sistemas más complejos consisten en redes de captación de estos gases combustibles, que luego son quemados en una antorcha. De este modo se evita la emisión de estos gases directamente a la atmósfera y los impactos locales y globales que estos pueden tener. Otra alternativa ambientalmente más amigable es aprovechar el gas captado como combustible, evitando de ese modo el consumo de combustibles fósiles. También existen normas tendientes a minimizar la generación de olores cuando las celdas donde se depositan los residuos se encuentran todavía abiertas, la dispersión de basura con el viento, o la proliferación de roedores.

7.10.6.2 Tipos de relleno sanitario

En relación con la disposición final de relleno sanitario, se podría proponer tres tipos de rellenos sanitarios,

a) Relleno sanitario mecanizado (operado con equipo pesado)

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

b) Relleno sanitario semimecanizado

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al

relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar *semimecanizado*.

c) Relleno sanitario manual

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término *manual* se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

7.10.6.3 Métodos de construcción de un relleno sanitario

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario.

a) Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. Los residuos sólidos municipales (RSM) se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada. Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado. La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de

contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación (Figura 7.9)

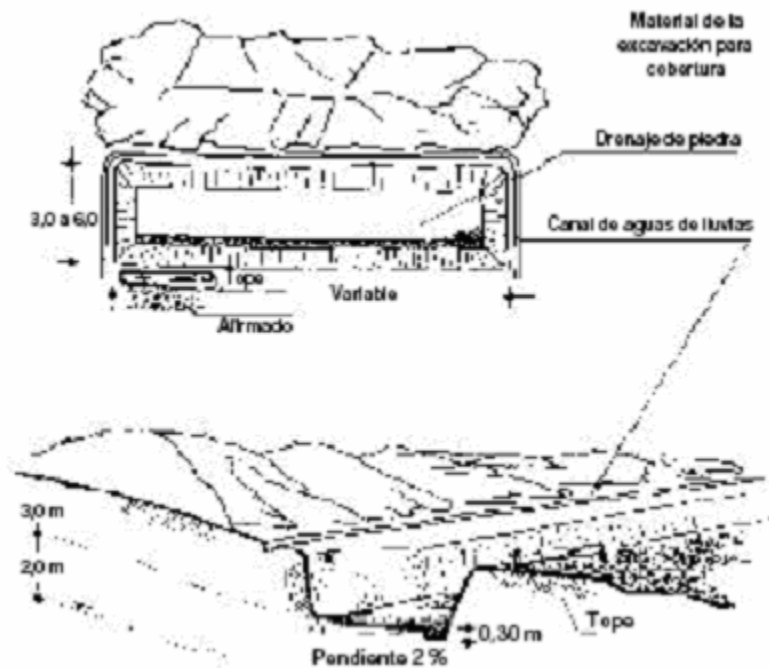


Figura 7.9 Método de trinchera para construir un relleno sanitario

b) Método de área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno (figura 7.10). Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba. El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente

suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud; es decir, la relación vertical/horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%.

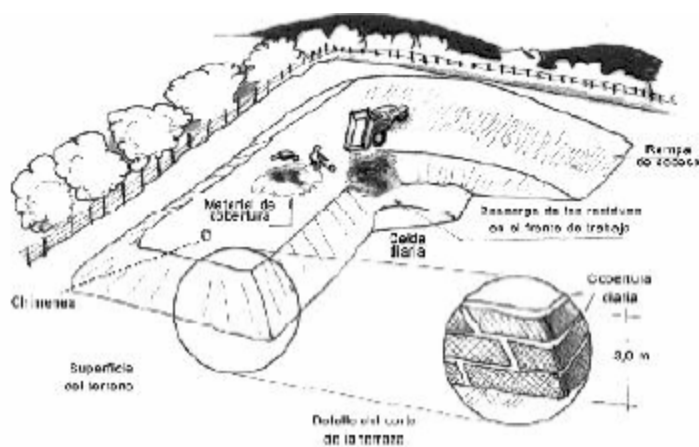


Figura 7.10 Método de área para construir un relleno sanitario

El relleno sanitario es una combinación de ambos métodos. Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados .

7.10.6.4 Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

En la tabla 7.4 se resumen las principales ventajas y desventajas del relleno sanitario.

Tabla 7.4 Ventajas y limitaciones del relleno sanitario

Ventajas	Limitaciones
<p>1. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento el tratamiento de residuos mediante plantas de incineración o de compost.</p>	<p>1. La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al al sitio seleccionado, fenómeno conocido como NIMBY (not in my back yard “no en mi patio tracero”) por diversas razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario. ▪ Se asocia el término <i>relleno sanitario</i> al de botadero a cielo abierto. ▪ La evidente desconfianza mostrada las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La falta de saneamiento legal del lugar.
2. Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.	2. El rápido proceso de urbanización que limita y encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.
3. Un relleno sanitario es un método complejo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desecho sólido.	3. La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta operación y mantenimiento.
4. Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.	4. No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.
5. Recupera gas metano en los rellenos sanitarios que reciben más de 500 ton/día, lo que puede constituir una fuente alternativa de energía para algunas ciudades.	5. La limitación para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.
6. Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca del área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, lo que reduce los costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.	6. Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.
7. Permite recuperar terrenos que se consideraban improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.	7. Puede ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos. En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo en los camiones que transportan los residuos por las vías que confluyen al sitio y que producen polvo, ruido y material volante. En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.
8. Un relleno sanitario pueden comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos.	8. Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.
9. Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal.	9. En general, no puede recibir residuos peligrosos.

Tomado de Jaramillo, 2002.

7.10.6.5 Principios básicos de un relleno sanitario

Se considera oportuno resaltar las siguientes prácticas básicas para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario: **A) Supervisión constante durante la construcción con la finalidad de mantener un alto nivel de calidad en la construcción de la infraestructura del relleno y**

en las operaciones de rutina diaria, todo esto mientras se descarga, recubre la basura y compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento. **B)** Desviación de las aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario. **C)** Considerar la altura de la celda diaria 2 para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad. **D)** El cubrimiento diario con una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o material similar. **E)** La compactación de los RS con capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, pues con él se puede alcanzar, a largo plazo, una mayor densidad y vida útil del sitio. **F)** Lograr una mayor densidad (peso específico), pues resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico y ambiental. **G)** Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente. **H)** El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 metros de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural.

7.10.6.6 Importancia de la cobertura

El cubrimiento diario de los residuos y la cobertura final del relleno sanitario con tierra es de vital importancia para el éxito de esta obra. Ello debe cumplir las siguientes funciones: **A)** Minimizar la presencia y proliferación de moscas y aves. **B)** Impedir la entrada y proliferación de roedores. **C)** Evitar incendios y presencia de humos. **D)** Reducir los malos olores. **E)** Disminuir la entrada de agua de lluvia a la basura. **F)** Orientar los gases hacia los drenajes para evacuarlos del relleno sanitario. **G)** Darle al relleno sanitario una apariencia estética aceptable. **H)** Servir como base para las vías de acceso internas. **I)** Permitir el crecimiento de vegetación.

7.10.6.7 Infraestructura y equipamiento básico de un relleno sanitario

- **Método constructivo**

El método constructivo de un relleno sanitario manual depende principalmente de la topografía del sitio, aunque también está condicionado por el tipo de suelo y la profundidad del nivel freático. El método de área se emplea en terrenos planos, canteras abandonadas, depresiones y partes bajas de

las cañadas. Las características propias del lugar determinarán si es posible extraer la tierra de cobertura del sitio o si se la debe transportar de lugares cercanos. El método consiste en depositar los residuos sobre la superficie y recostarlos contra el talud del terreno inclinado; luego se los compacta en capas inclinadas para formar la celda que después será cubierta con tierra. Al inicio, las celdas se construyen en un extremo del área que debe ser rellenada y se avanza hasta terminar en el otro extremo. Se suele usar el método de trinchera cuando el nivel de las aguas freáticas es profundo y las pendientes del terreno son suaves; de ahí que las zanjas pueden ser excavadas con equipos de movimiento de tierra. Este método consiste en depositar los residuos en un extremo de la zanja recostándolos contra el talud; ahí los trabajadores los esparcen y compactan en capas con herramientas de albañilería hasta formar una celda que al final de la jornada será cubierta con la tierra extraída de la zanja.

- **Construcción, operación y mantenimiento**

Se emplea el método combinado cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son las adecuadas. Por ejemplo, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa en la parte superior con el de área. Este método es considerado el más eficiente, ya que permite ahorrar el transporte del material de cobertura (siempre y cuando exista en el lugar) y aumentar la vida útil del sitio (Jaramillo, 2002).

7.11 Gestión operativa de los desechos sólidos hospitalarios (DSH)

La información que se presenta a continuación fue tomada de www.ccss.sa.cr/germed/gestamb/samb18.htm.

7.11.1 La gestión operativa de los DSH

La gestión operativa de los desechos sólidos hospitalarios (DSH) se define como el conjunto de actividades que se desarrollan desde el momento en que se generan los desechos hasta su tratamiento y disposición final. Se divide en dos grandes etapas:

- a) manejo interno**

b) manejo externo

7.11.2 Manejo interno

Es el conjunto de operaciones que se realizan al interior de la Instalación de Salud, a fin de garantizar un manejo seguro de los desechos hospitalarios. Su éxito depende principalmente de:

- El apoyo y compromiso de las autoridades competentes (Ministerio de Salud y dirección de la Instalación de salud).
- La motivación del personal involucrado.
- El desarrollo permanente de actividades de capacitación.
- La disponibilidad de los recursos necesarios.

Cada instalación de salud debe habilitar una oficina encargada de la gestión operativa de los DSH (Oficina de DSH), que asuma el control y la responsabilidad directa de la organización, puesta en marcha y gestión diaria de un plan diseñado de conformidad con las disposiciones y normas establecidas. Esta oficina podría estar dirigida por los técnicos de saneamiento.

Los directores, médicos y supervisores son los principales responsables de asegurar que todos los trabajadores de salud reciban cursos de entrenamiento y actualización con el propósito de familiarizarlos con dichos procedimientos. La administración competente es responsable del abastecimiento adecuado de los insumos necesarios.

Cada gestión operativa de los desechos sólidos hospitalarios tiene como objetivos generales:

- Proteger la salud del personal hospitalario, de los pacientes, de la población en general y el medio ambiente.
- Mejorar las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.
- Evitar la contaminación de los desechos comunes, además de promover la recuperación y el reciclaje.
- Cumplir con las reglamentaciones vigentes o promover su regulación.

La condición indispensable para la puesta en marcha de un sistema de gestión operativa de los DSH radica en adoptar una clasificación estrictamente establecida, con particular énfasis en los DSH peligrosos, lo suficientemente clara y explícita a fin de no dejar abierto ningún espacio a interpretaciones o evaluaciones subjetivas por parte de las personas involucradas.

Todo el personal que manipula y genera desechos infecciosos deberá familiarizarse con el flujo de operaciones establecido y llevar a cabo sus tareas conforme al grado de riesgo que éstas implican.

7.11.2.1 Minimización de desechos

La alternativa más efectiva para enfrentar la problemática de los desechos de los centros de atención de salud es minimizar su generación mediante el reuso, reciclaje y reducción de la cantidad de materiales usados. La minimización de desechos debe ser considerada prioritaria en un programa de manejo de desechos. Sin embargo, esta técnica no es aplicable a todos los desechos y no siempre es una opción práctica, pues algunas veces produce otro tipo de desechos peligrosos. Por ello, es necesario analizar de manera cuidadosa las posibilidades de su aplicación.

La minimización trae como consecuencia una reducción de los costos de manejo, menor riesgo de exposición y reducción de accidentes ocupacionales y de la contaminación ambiental. Algunos métodos a considerar en la minimización de residuos son:

- **Reducción de la cantidad de materiales usados**, mediante la restricción de las compras, uso de materiales reusables, uso de materiales que generan menos residuos, entre otros.
- **Reducción de la cantidad de residuos generados**, mediante la separación en la fuente, la segregación de residuos, entre otros.
- **Reciclaje y reuso**, para lo cual se puede utilizar la esterilización con vapor o gas u otros métodos de tratamiento.
- **Técnicas de reducción del volumen**, tales como la incineración, compactación y trituración.
- **Técnicas de recuperación de la energía**, tal como la incineración con equipo de aprovechamiento del calor mediante un caldero (Monge, 1997).

7.11.2.2 Flujo de operaciones en el manejo interno

El manejo interno de los residuos o desechos hospitalarios es un conjunto de operaciones que comprende segregación, etiquetado, acumulación, recolección, transporte interno y, finalmente, almacenamiento temporal.

- ***Segregación***

Consiste en separar y colocar en el contenedor adecuado cada desecho, de acuerdo con sus características y su peligrosidad.

- ***Etiquetado***

Consiste en colocar la etiqueta correspondiente en cada envase que contenga desechos peligrosos, una vez que éste haya sido sellado.

- ***Acumulación***

Se trata de la colocación de los contenedores llenos en un lugar apropiado, a la espera de su recolección.

- ***Recolección y transporte interno***

Consiste en recoger los envases de desechos del lugar de acumulación y trasladarlos hacia el lugar de almacenamiento temporal.

- ***Almacenamiento temporal***

Es la operación de colocar los DSH en un lugar adecuado, en espera de su recolección para el transporte a la planta de tratamiento.

❖ La segregación

En cada uno de los servicios de la instalación de salud, los responsables de la prestación (médicos, enfermeras, técnicos, laboratoristas, auxiliares, etc.) generan materiales de desechos, tales como algodones, jeringas usadas, papeles, muestras de sangre, etc. También los pacientes y los visitantes generan desechos de varios tipos. Dichos materiales deben ser separados de acuerdo con la clasificación establecida, en recipientes adecuados para cada tipo de residuos. Esta operación se debe realizar en la fuente de generación de residuos.

La segregación es el primer escalón de un sistema complejo: de su buen funcionamiento depende el éxito o el fracaso del proceso de manejo en su conjunto. Si bien la responsabilidad por la seguridad recae principalmente en los directores, supervisores y médicos a cargo de los diferentes servicios, la segregación es realizada en un 80% por los médicos, el personal de enfermería y el personal de servicios auxiliares. Estos tres niveles de trabajadores hospitalarios son los más expuestos a riesgos de accidentes derivados de un mal manejo de los DSH/P.

Por tal motivo, ellos son los primeros que deben ser sensibilizados, para que tomen conciencia del riesgo ocupacional y cómo éste disminuye en relación directa con un mejor manejo de los DSH/P.

Las ventajas de practicar una adecuada segregación son:

- Reducir los riesgos para la salud, impidiendo que los residuos bioinfecciosos, que generalmente son fracciones pequeñas, contaminen los otros residuos generados en el hospital.
- Disminuir costos, ya que sólo se dará tratamiento especial a una fracción y no a todos los residuos generados.
- Permitir que algunos productos de los desechos comunes puedan ser recuperados para el reciclaje.

Con base en la categoría de desechos, según la clasificación adoptada y el estado físico de los residuos específicos, se determinan los tipos de bolsas y contenedores más apropiados para su segregación y las conductas más adecuadas para realizarla.

b) Envases para la segregación de los DSH

Existen dos tipos básicos de envases para los DSH:

- Bolsas
- Envases rígidos

A su vez, en cada uno de estos tipos pueden distinguirse envases de diferentes características, los cuales deberán cumplir con las especificaciones requeridas de resistencia, aislamiento, capacidad, permeabilidad, rigidez, composición e identificación.

Existen distintos tipos y/o modelos para contener, almacenar y transportar los residuos, cuyas características particulares responden al tipo de residuos al que están destinados, como se puede apreciar en el esquema siguiente.

Tabla 7.5 Envases para la segregación de los desechos sólidos hospitalarios

Envases para la segregación de los desechos sólidos hospitalarios	
Bolsas para desechos sólidos sin líquidos libres	<p>Las bolsas plásticas son los envases apropiados para los desechos sólidos sin líquidos libres. Deben cumplir con ciertas características técnicas, tales como resistencia e impermeabilidad, de manera que los residuos sean contenidos sin pérdidas ni derrames.</p> <p>Estas bolsas son fabricadas con polietileno de baja densidad, suficientemente opaco, con un espesor pelicular entre 0,08 y 0,10 mm. Si el tratamiento final de los desechos bioinfecciosos fuera la esterilización a vapor, deberán utilizarse bolsas especiales para autoclave, que permiten al vapor penetrar sin derretirlas.</p> <p>Es importante señalar que las bolsas de plástico podrían presentar, por su limitada resistencia, algunos inconvenientes de manejo. También es difícil optimizar el espacio disponible en el momento de acumularlas en la zona de almacenamiento temporal o final y al transportarlas en el cajón de un vehículo de carga.</p>
Envases rígidos: Se dividen en tres tipos principales,	Para punzocortantes: Las agujas, como todos los materiales punzocortantes, necesitan contenedores que respondan a las características siguientes:

según el uso al que son destinados: para punzocortantes, para sólidos que puedan drenar abundantes líquidos y para vidrio.	<p>→ Hechos de material plástico rígido y resistente a la perforación, golpes o caídas (polietileno).</p> <p>→ Ser impermeables para evitar fugas de líquidos.</p> <p>→ Provistos de un sistema que impida extraer los objetos desechados.</p> <p>→ Preferiblemente, tendrían que ser de color rojo o, como alternativa, deben ser fácilmente identificables y llevar una etiqueta bien visible con la palabra CORTOPUNZANTES y el símbolo universal de biopeligrosidad.</p> <p>Estos contenedores tienen que estar disponibles, en tamaño y cantidad adecuada, en todos los lugares donde se generan los desechos punzocortantes.</p> <p>Para sólidos que puedan drenar abundantes líquidos: Son recipientes rígidos impermeables con cierres seguros y herméticos para evitar derrames de líquidos de drenaje.</p> <p>Para vidrio: Los desechos de vidrio deben ser recogidos únicamente en un contenedor para vidrio. Estos recipientes son generalmente de plástico o metal, de forma cilíndrica o cúbica, con un volumen de 5 galones. Todos los recipientes son marcados con la inscripción "Solamente desechos de vidrio".</p>
--	---

c) Ubicación de los envases

En cada departamento en el que se produzcan desechos deberán colocarse los envases correspondientes al tipo de desechos producidos, en los tamaños y las cantidades definidas por el estudio de caracterización.

Es evidente que este requerimiento dependerá de las características del servicio de salud prestado, tamaño del establecimiento, servicio de limpieza existente y presupuesto asignado a este rubro. La ubicación de los envases en los lugares de generación de residuos necesitará un estudio específico que contemple las necesidades de recolección, transporte, higiene y estética.

d) Procedimientos de segregación de los desechos

- **Desechos comunes**

Los desechos comunes serán segregados en bolsas negras y se manejarán con el cuidado requerido por un eficiente servicio de aseo.

A fin de evitar riesgos y facilitar eventuales operaciones de reciclaje de los vidrios no contaminados, es conveniente manejarlos de la forma siguiente:

- **Desechos de vidrio no contaminados**

Los desechos de vidrio deben depositarse en un contenedor idóneo, exclusivo para esta clase de desechos y no debe llenarse más de tres cuartas partes de su volumen, ya que ningún trozo o material de vidrio debe sobresalir del borde superior del contenedor.

- **Las botellas de solventes**

Las botellas vacías del tipo Winchester y las otras botellas usadas para contener solventes, deben ponerse sin tapa en una campana de extracción de humos por lo menos un día, para permitir la evaporación de las cantidades residuales de vapor. Las botellas vacías, deberán ser enjuagadas antes de desecharse en el contenedor designado para los desechos plásticos o de vidrio, según corresponda.

- **Otras botellas de químicos y de reactivos**

Las botellas deben enjuagarse hasta que estén completamente limpias y se haya removido cualquier contaminante presente. Posteriormente, las botellas pueden ponerse dentro del recipiente idóneo, según el material.

Evidentemente, es poco práctico para efecto del transporte desechar por separado cada botella. Por lo tanto, las botellas deben estar colocadas en cajas de cartón de adecuada resistencia; si fuera posible, en los empaques originales.

Si no se realizan los procesos indicados de descontaminación, las botellas tendrán que considerarse desechos químicos peligrosos y ser colocadas en los contenedores destinados a esos productos.

Los recipientes de vidrio que se desechan no deben usarse nunca como contenedores para punzocortantes, ni para las agujas.

Para facilitar otras eventuales operaciones de reciclaje (papel, plástico, etc.) es conveniente instalar contenedores especiales para su segregación en el mismo lugar en que se generan.

- **Desechos bioinfecciosos**

Infecciosos y patológicos

Los desechos sólidos peligrosos infecciosos (procedente de salas de aislamiento, biológicos, sangre y derivados), o patológico (residuos anatómicos humanos y animales) serán segregados en bolsas rojas. Los que puedan drenar líquidos deberán segregarse preferiblemente en contenedores rígidos e impermeables.

Es importante manejar por separado los desechos patológicos, cuando su disposición final es sepultarlos bajo tierra o enviarlos a un cementerio.

- **Cortopunzantes**

Los objetos cortopunzantes, en especial las agujas, representan una amenaza muy grande, por las siguientes razones:

- Las agujas pueden actuar como reservorios donde los patógenos pueden sobrevivir por un largo tiempo, debido a la presencia de sangre; pueden llevar los patógenos directamente al flujo sanguíneo al punzar la piel.
- Siguen teniendo un valor comercial y son objeto de búsqueda por parte de los rebuscadores de basura.

Por estas razones, el manejo de cortopunzantes debe ser muy cuidadoso; son necesarias las siguientes precauciones:

- Segregar todos los cortopunzantes y las agujas en recipientes plásticos para cortopunzantes.
- Estos recipientes no deberán llenarse más de dos tercios de su volumen.

- El recipiente, una vez llenado, tiene que cerrarse firmemente, operación que se realizará en el mismo lugar de generación.
- Los cortopunzantes, una vez colocados en sus envases, no deben ser removidos por ninguna razón.
- Se deberán acoplar los contenedores en las bolsas rojas y etiquetarlas como cortopunzantes.
- En caso de envío directo al relleno sanitario, sin ser sometidos a un sistema de tratamiento, es oportuno descontaminar previamente por vía química todos los cortopunzantes, llenando el recipiente con una solución desinfectante (por ejemplo, hipoclorito de sodio o de cal).

Los envases para cortopunzantes nunca deben colocarse en los contenedores para vidrio. Si no se dispusiera de recipientes específicos para cortopunzantes, las agujas pueden volver a colocarse en sus fundas protectoras, utilizando la técnica de una sola mano. A continuación las agujas se colocarán junto con los otros cortopunzantes en tarros o botellas plásticas resistentes, mientras que las jeringas se desecharán en bolsas rojas.

Se advierte que las pipetas de vidrio de Pasteur, si se sospecha que están contaminadas con cualquier agente químico o patológico, deben ponerse en un contenedor para "cortopunzantes". Las pipetas de Pasteur no contaminadas pueden disponerse en el recipiente "Solamente desechos de vidrio".

▪ **Desechos Químicos**

Resulta difícil establecer reglas generales para el manejo de los desechos químicos peligrosos que pueden producirse en una Instalación de Salud, porque:

- a. La variedad de químicos que circulan en una Instalación de Salud puede ser muy grande.
- b. Es muy difícil, tratándose de químicos, establecer procedimientos generales de manejo y tratamiento.

Por esto, esta sección se limitará a brindar algunos consejos generales respecto a estos productos.

Los laboratorios, principales generadores de esta clase de desperdicios, son los que mejor pueden establecer las precauciones específicas referentes a su manejo, puesto que tienen conocimientos sobre sus características de peligrosidad.

Asimismo, el responsable del departamento de Farmacia será quien se encargue de definir cuáles medicamentos vencidos presentan características de peligrosidad y cuáles pueden manejarse como desechos comunes. Cuando resulta posible, la mejor política con respecto a los fármacos vencidos es, sin duda, devolverlos al proveedor.

En general, muchos de los desechos químicos peligrosos son reciclables y sería buena práctica el hacerlo. Sin embargo cuando no se dispone de la posibilidad, la información, la experiencia o la tecnología para hacerlo, es preferible desecharlos.

Precauciones generales para el manejo de los desechos químicos

- Recoja el desecho sólido (por ejemplo, guantes contaminados, vidrio, papel, etc.) en doble bolsa plástica roja y colóquelo en caja de cartón.
- Guarde los desechos líquidos y los desechos sólidos por separado.
- Para las soluciones, anote la concentración (incluyendo la cantidad de agua presente).
- Ponga la fecha en la etiqueta de cada contenedor y las palabras "Desecho químico peligroso". Para los desechos de productos comerciales embotellados en sus contenedores originales, no es necesario este rótulo.
- Separar los desechos según el tipo al cual pertenecen: ácidos, solventes, etc.
- No mezclar materiales incompatibles en el mismo recipiente ni en la misma bolsa.
- No poner químicos corrosivos o reactivos en latas de metal.
- Nunca llenar los recipientes hasta el tope.

a) Para los líquidos, llenar los recipientes hasta el 90% de su capacidad.

b) En los recipientes grandes de desechos líquidos dejar por lo menos 5 centímetros de espacio con el fin de permitir su expansión y el bombeo.

- Asegurar los tapones en las latas y las botellas antes de empacarlas en contenedores, los cuales deberán estar bien cerrados para su recolección.

- Los desechos químicos, por su posible valor comercial, deben llevarse a un destino final seguro, que impida su recuperación por parte de rebuscadores de basura u otras personas.

▪ **Desechos Radiactivos**

A diferencia de otros materiales peligrosos, estos desechos son invulnerables a la degradación por procesos externos químicos y físicos. Ubicarlos en vertederos o descargarlos en cuerpos hídricos sin adecuada dilución, significa solamente trasladar el peligro de un lugar a otro. El único sistema para eliminar las características de peligrosidad consiste en el decaimiento de su radiactividad. El tiempo necesario para este decaimiento varía en cada caso.

Debido a sus características y peligrosidad, es aconsejable que los desechos radiactivos sean manejados y almacenados por el personal de los servicios que los ha generado, porque:

- a) Este personal conoce el peligro que implican;
- b) Los departamentos que generan desechos radiactivos tienen, por lo general, ambientes protegidos donde pueden almacenarlos sin riesgo;
- c) Los laboratorios de radiología y otros similares tienen normas de seguridad más estrictas que las de los lugares de almacenamiento de desechos.

Los desechos radiactivos deberán recolectarse en recipientes especiales (en la mayoría de los casos los mismos que los contenían en el momento de la compra). Los contenedores tendrán que ser marcados con un letrero que indique **RIESGO RADIATIVO**, seguido con el correspondiente **SÍMBOLO** de **PELIGRO RADIATIVO** universal. Todas las indicaciones, incluyendo la fecha de decaimiento, tendrán que ser redactadas con letras grandes, visibles a distancia.

Cada radioisótopo pone en riesgo a las personas y al ambiente según sus características propias. Se considera que un desecho radiactivo ha perdido seguramente sus características de peligrosidad cuando ha estado guardado en almacén de decaimiento por un tiempo 10 veces superior al de su vida media.

Es necesario guardar un registro permanente cada vez que un material radiactivo es dispuesto para su decaimiento, diluido en los desagües (cuando sea posible alcanzar diluciones permitidas), agotado en una cámara de vacío o, una vez perdida su peligrosidad, enviado a la incineración o al vertedero.

Una hoja de eliminación del isótopo debe guardarse cerca del área de decaimiento, del fregadero o del recipiente idóneo de decaimiento, en la cual se debe anotar las informaciones siguientes:

- a) Nombre del usuario
- b) Área y/o servicio de procedencia
- c) Fecha de almacenamiento
- d) Tipo de isótopo
- e) Actividad
- f) Método/vía de eliminación (decaimiento, dilución, combustible, no combustible)
- g) Fecha de decaimiento, si aplica.

▪ **Desechos especiales**

Los desechos especiales, cuando sus características físicas lo permitan, deberán ser colocados en bolsas negras y manejados como desechos comunes.

Cuando esto no sea posible (desechos de gran tamaño, residuos de construcción, maquinaria obsoleta, etc.) se procederá según acuerdos con la administración municipal y en conformidad con la reglamentación vigente.

Los contenedores presurizados deberán manejarse y segregarse en función de su disposición final y respetando las normas de seguridad que se aplican a estos desechos.

● **Etiquetado**

a) Sistemas de identificación: colores y símbolos

Con el fin de que el operador identifique rápidamente el contenedor adecuado al cual está destinado un determinado tipo de desecho, se han establecido sistemas de identificación. La Instalación de

Salud debe valorar las distintas alternativas de acuerdo con sus necesidades y presupuesto. El elemento fundamental es unificar los métodos para evitar errores y dudas por parte de los operadores. Los elementos más utilizados para la unificación son los colores y los símbolos.

- **Los colores**

El uso de colores para caracterizar los diferentes envases para desechos facilita la labor de los operadores en la actividad de separación, además de evitar errores en las fases de transporte, almacenamiento y tratamiento de los DSH.

La forma más simple, económica y directa es el uso de dos colores:

NEGRO: Desechos Comunes

ROJO: Desechos Peligrosos

No debe olvidarse que en servicios tales como emergencia y quirófanos, el personal médico y de enfermería actúa a menudo con ritmos y tiempos definidos y bien ajustados, razón por la cual no puede desperdiciar tiempo en operaciones adicionales que los distraigan de sus actividades.

Si se emplean contenedores de colores, es suficiente una simple mirada para que el operador decida fácilmente, con seguridad y sin desperdiciar tiempo, dónde tiene que depositar el tipo de residuo que desecha. Cuando no se disponga de contenedores de colores, momentáneamente se podrá superar su ausencia pintándoles manchas del color correspondiente.

- **Los símbolos**

Otro elemento que permite distinguir rápidamente los diferentes contenedores e identificarlos en cada fase del proceso con base en su contenido, son los símbolos. Estos nos dan una información más: identifican el contenedor apropiado para cada tipo de desecho con un detalle mayor que los colores, los cuales se limitan a distinguir solamente entre comunes y peligrosos.

Puesto que esta solución implica costos adicionales, a pesar de su utilidad, a veces puede no ser practicable. En este caso la indicación del tipo de desecho que corresponde a cada envase deberá realizarse por medio de rótulos claros y visibles que podrán colocarse en los diferentes contenedores

porta envases o en otra posición que impida cualquier equivocación. Una vez que los envases estén llenos, la identificación del contenido podrá realizarse por medio de las informaciones indicadas en la etiqueta que los acompaña.

b) Sistema de etiquetado

Un cuidadoso y eficiente etiquetado de los DSH/P es fundamental para evitar accidentes y riesgos para el personal que maneja los residuos después del proceso de segregación, considerando que los envases, una vez sellados, de ninguna forma tienen que volverse a abrir para controlar lo que contengan.

Las etiquetas tienen una función irremplazable. En el momento en que los envases llenos de DSH/P han sido sellados, tienen que ser etiquetados. La etiqueta permite:

- Identificar claramente la tipología y la peligrosidad del contenido, aún en ausencia de símbolos en los envases;
- Evitar un manejo incorrecto y mezclas de desechos de diferentes tipos en la fase de almacenamiento temporal.

Para esto las informaciones esenciales que se deben registrar en la etiqueta son:

- Peligrosidad del producto

Infecioso	Reactivo
Patológico	Tóxico
Punzocortante	Citotóxico
Inflamable	Explosivo
Corrosivo	

- Fuente de generación

Servicio	Área
----------	------

- Nombre del responsable del área de generación
- Fecha

Las informaciones tienen que ser redactadas en la misma área de generación y firmadas por el personal del área. Además, con el uso de una etiqueta más completa es posible:

- Dar un seguimiento sanitario y estadístico a los desechos, lo que puede constituir un importante indicador de la eficacia del sistema de manejo puesto en práctica. Por esto, en los períodos de monitoreo, el encargado del almacenamiento temporal especificará en la etiqueta el peso de cada contenedor.
- Evitar que los desechos reciban un tratamiento o destino final incorrecto.
- Evitar que desechos de diferentes tipos sean mezclados en las fases del manejo externo.

- Instrucciones para llenar la etiqueta

La etiqueta propuesta permite mantener un control continuo sobre los envases de desechos en la fase de manejo interno y externo. Por medio del sistema de colillas tanto la Instalación de Salud (entidad generadora) como las empresas encargadas del transporte externo (transportista) y del tratamiento de los DS/P (planta de tratamiento) mantienen un control del proceso y pueden saber en cada momento lo que están manejando. Debidamente llenada, contiene los datos necesarios para realizar un seguimiento estadístico de la cantidad, calidad y origen de los desechos generados por la Instalación de Salud.

● Acumulación

Una vez llenado el contenedor, se cierra cuidadosamente, se etiqueta y se coloca en un lugar de acumulación.

El lugar de acumulación debe estar apartado y tener suficiente ventilación. Se recomienda:

- No acumular desechos en las habitaciones destinadas a la hospitalización, ni en los pasillos.
- En los quirófanos, la acumulación debe ser centralizada en un lugar fuera del área estéril o limpia.

Recolección y transporte interno

Esta fase debe ser planificada por la dirección de la Instalación de Salud y ejecutada por el personal de servicios generales. Consiste en el traslado de bolsas y contenedores de los desechos desde los lugares de acumulación a la zona de almacenamiento temporal.

Con el fin de evitar riesgos al personal, a los pacientes y a los visitantes, para esta operación se debe definir:

- Tipo de envases o contenedores para transportar y almacenar las bolsas
- Horario
- Ruta crítica
- Medios de transporte
- Medidas de seguridad

- Envases para el transporte y almacenamiento de las bolsas

Para el buen manejo de las bolsas que contienen desechos peligrosos resulta necesario disponer de recipientes rígidos o semirígidos que las puedan contener y sean de fácil almacenamiento.

La función principal de estos recipientes es reducir el riesgo de que las bolsas se rompan durante el transporte y/o el almacenamiento, provocando derrames.

Si no fuese posible contar con este recurso o con otro material desechable, se aconseja emplear contenedores reutilizables que respondan a las siguientes exigencias:

- Ser de plástico resistente;
- Ángulos redondeados para permitir una limpieza efectiva;
- No tener asperezas, ni rendijas, ni bordes filosos que dificulten el trabajo de limpieza y esterilización

Es importante desinfectar los contenedores después de cada ciclo de utilización.

Horario y frecuencia

La dirección de la Instalación de Salud planificará los horarios, la duración y la frecuencia de recolección en función de la cantidad y calidad de desechos generados por cada servicio, cuidando que las actividades de recolección y traslado no interfieran con los servicios, se lleven a cabo con eficiencia y garanticen la seguridad. La recolección de los residuos infecciosos y patológicos deberá realizarse dos veces al día como mínimo, mientras que los envases de desechos punzocortantes admiten un período más largo.

- Ruta crítica

Las rutas para el traslado de los contenedores deben asegurar la máxima seguridad, por lo que deben ser trayectos cortos, directos, no coincidir con el tránsito de las personas, ni interferir con los servicios, sobre todo los de emergencia.

- Medio de transporte

Los ductos de conducción por gravedad no son aconsejables para el transporte de los DSH, ya que las bolsas se dañan con el impacto y el roce con las paredes durante el descenso. Definitivamente no deben utilizarse para desechos peligrosos, debido al alto riesgo de provocar derrames. Se aconseja el uso de carros de tracción manual silenciosa, con suficiente estabilidad, ruedas de caucho y paredes lisas para facilitar el trabajo de limpieza.

En Instalaciones de Salud pequeñas no es aconsejable utilizar carros, ya que podrían dificultar el transporte en vez de facilitarlo. En estos casos, la operación debe efectuarse manualmente.

Es importante tomar las siguientes precauciones:

- Los carros que transportan residuos no deben llevar ropa u otros suministros.
- Transportar los envases de residuos peligrosos y comunes por separado.
- Tener en cuenta la compatibilidad química de los productos transportados y no trasladar juntas sustancias que pueden ocasionar una reacción química violenta.

- Medidas de seguridad en recolección y transporte

- No arrastrar por el suelo los envases y las bolsas plásticas; acercar el carro todo lo posible al lugar donde deben recogerse los envases.
- Cuando se trate de materiales perforables (bolsas de plástico), el personal de limpieza debe tomarlos por arriba y mantenerlos alejados del cuerpo, a fin de evitar roces y posibles accidentes con punzocortantes mal segregados.
- Por ningún motivo deberán traspasarse residuos de un envase a otro.
- El personal de limpieza debe usar guantes que impidan el contacto directo de la piel con los envases y que lo protejan de posibles accidentes traumáticos.

🔴 Almacenamiento temporal

Deben acondicionarse dos locales especialmente para este fin: un almacén para desechos comunes y otro para los desechos peligrosos.

Los locales pueden estar en puntos separados del hospital o en una misma zona, siempre y cuando la división entre ambos esté perfectamente delimitada, con muros de por medio, para evitar mezclas o focos de contaminación, como sucede en instalaciones inadecuadas.

Por seguridad, los locales de uso múltiple (cuartos de limpieza, almacenes de materiales, etc.) no pueden ser utilizados para almacenar residuos de ningún tipo. Bajo ninguna circunstancia deben almacenarse los residuos a la intemperie.

El local donde se almacenan los DSH/P debe cumplir los siguientes requisitos:

- El depósito debe estar ubicado de manera que el transporte de los DSH/P no se cruce con el de otros servicios, como cocina, lavandería, área de pacientes, etc.
- Contar con espacio suficiente para el manejo de los medios de transporte durante las actividades de descarga, almacenamiento y recolección.

- Los depósitos deberán tener pisos y paredes lisas, impermeables y anticorrosivas, con los ángulos de encuentro entre piso y pared redondeados. El piso tendrá un declive de un 2% hacia el desagüe para facilitar el lavado y la desinfección. Todos los orificios serán protegidos para evitar el ingreso de insectos, roedores y pájaros.
- Estará provisto de pileta con agua y el equipo necesario para la limpieza y la desinfección del personal y de las estructuras físicas.
- Debe identificarse y contar con las señales correctas que adviertan la peligrosidad.
- Para la ubicación del almacén, se escogerá un área lo más alejada posible de las salas u otros servicios del hospital, próxima a las salidas de servicio del establecimiento y que cuente con un fácil acceso para los camiones de recolección.
- Estará convenientemente iluminado y poseerá un sistema de ventilación.
- Estará protegido lo más posible de la radiación solar para evitar que se alcancen altas temperaturas en las horas más calientes.
- El área debe tener acceso restringido y poderse cerrar con llave, para evitar la manipulación de los residuos por personas ajenas.
- El acceso al área de almacenamiento tiene que ser distinto a la entrada de suministros.

Los DSH/P almacenados deberán ser recolectados por lo menos tres veces por semana, en consideración al hecho de que un almacenamiento por un tiempo superior a dos días, aunque separado, constituye una "amenaza controlada" que aumenta el riesgo de contaminación ambiental y la propagación de infecciones, máxime en países con clima tropical como los centroamericanos.

El área de almacenamiento se lavará cada vez que se desocupe. Los medios de transporte interno se lavarán y desinfectarán regularmente. Durante el lavado hay que tener la precaución de hacer correr suficiente agua para que los líquidos desinfectantes estén lo suficientemente diluidos al llegar al alcantarillado.

7.11.2.3 Medidas de salud y seguridad

Como se ha dicho anteriormente, los trabajadores de las Instalaciones de Salud que se lesionan con más frecuencia son los auxiliares de enfermería, las enfermeras tituladas, el personal de limpieza y mantenimiento y los médicos.

Para estas categorías es particularmente importante la observación de medidas de seguridad y precauciones higiénicas.

a. Personal médico y de enfermería:

- Deberán ser vacunados contra la hepatitis B.
- Siempre usarán guantes y gabacha o bata. Usarán protector ocular y mascarilla cuando tengan que manipular sangre u otras secreciones corporales.
- Desecharán los guantes si éstos se han perforado. En esa situación se deben lavar las manos y colocarse otro par de guantes.
- No tocarse los ojos, la nariz, mucosas, ni la piel con las manos enguantadas.
- El material desechable ya utilizado en ambientes potencialmente infecciosos, como gabachas, delantales, mascarillas, guantes, etc., debe empaquetarse apropiadamente en bolsas plásticas rojas, cerrarlas bien y etiquetarlas como "Desechos Infecciosos".
- Si la persona tiene heridas abiertas o excoiaciones en las manos y brazos, debe protegerlas con bandas impermeables
- No readaptarán el protector de la aguja con ambas manos, sino con la técnica de una sola mano. Para evitar pincharse, coloque el protector en una superficie plana; de ahí presione la jeringa para que la aguja entre al protector y posteriormente asegúrela para que quede bien sellada.

b. Trabajadores de servicios generales encargados de la recolección, transporte y almacenamiento interno de los DSH

- Se lavarán las manos con agua y jabón después de finalizar su tarea.
- Deberán ser vacunados contra la hepatitis B (3 dosis como mínimo) y el tétano.
- Dispondrán y utilizarán equipos de seguridad personal: guantes de goma gruesos, de resistencia adecuada, con características anticortantes e impermeables; botas de goma, uniformes.
- Dispondrán de equipos para higiene personal.
- Dispondrán de los materiales para el lavado, desinfección y esterilización de los contenedores y del área de almacenamiento. Estas operaciones se pueden llevar a cabo con el

uso de equipos de lavado a vapor o, en su ausencia, usando agua, jabón e hipoclorito de sodio o de cal en concentraciones comerciales (lejías).

- Se lavarán las manos con frecuencia y cada vez que vayan a la sala de descanso del personal para beber, comer, maquillarse, etc.
- En caso de cualquier tipo de accidente, de rotura o vuelco de cualquier contenedor de DSH/P, avisarán inmediatamente al funcionario responsable del departamento que se encarga del manejo de los DSH. No tratarán de reparar las consecuencias del accidente sin estar autorizados y capacitados para hacerlo.

No vaciarán ningún recipiente que contenga desechos, a menos que haya un letrero o instrucciones indicando cómo hay que hacerlo.

7.11.3 Manejo externo

Son aquellas operaciones efectuadas fuera de la Instalación de Salud y que involucran a empresas y/o instituciones municipales o privadas encargadas del transporte externo, así como las operaciones de manejo en las fases de tratamiento y disposición final.

Para cumplir con sus responsabilidades y tomar decisiones oportunas sobre la gestión de los DSH, los directivos, administradores, técnicos e inspectores de saneamiento tienen que mantenerse al tanto de todas las fases, incluyendo las actividades que se realizan fuera de la Instalación de Salud. No hay que olvidar que la responsabilidad de la Instalación de Salud no ha concluido hasta que los desechos peligrosos estén en un lugar seguro.

Las fases del manejo externo son:

- ***Recolección y transporte externo:***

Es el operativo de traslado de los DSH/P desde el lugar de almacenamiento temporal de la Instalación de Salud hasta la planta de tratamiento.

- ***Tratamiento:***

Es un proceso para eliminar las características de peligrosidad de los DSH/P, de manera que no representen para la salud pública un riesgo mayor que los desechos comunes.

- ***Disposición final:***

Se define como la ubicación de los DSH/P en rellenos sanitarios u otro destino adecuado, después de haber sido debidamente tratados o incinerados.

VIII. METODOLOGÍA

8.1 Ubicación

El presente estudio se realizó en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN), ubicado en el distrito VI de la ciudad de Managua.

8.2 Universo del trabajo

El universo de trabajo consistió en la clasificación cualitativa y cuantitativa del total de desechos sólidos generados en las diferentes salas generadoras del Hospital Alemán Nicaragüense (HAN), con un periodo de muestreo de nueve días entre mayo y junio del 2004 (siete días según la metodología de muestreo establecida por el CEPIS y la OPS/OMS, más dos días de validación de datos, establecidos por recomendación de la asesora metodológica durante la elaboración del protocolo de este estudio, la doctora Maribel Duriez).

8.3 Variables

Las variables tomadas en cuenta para la realización de este estudio fueron:

Variables Cuantitativas

- Peso (producción diaria) de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos).
- Volumen de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos).
- Densidad de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos).

Variables Cualitativas

- Composición física de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos).
- Prácticas usuales aplicadas al manejo de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos)

- Técnicas utilizadas para la recolección, transporte y disposición de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos)
- Las condiciones que presenta el sitio de disposición final de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) dentro del HAN, así como el sistema de tratamiento empleado.

8.4 Método o procedimiento del estudio

8.4.1 Técnica de muestreo

Al realizar el estudio se tomó como muestra la cantidad total de desechos sólidos hospitalarios (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) producidos diariamente durante el periodo de estudio, en las diferentes áreas del HAN, los que se clasificaron y cuantificaron de acuerdo con los diferentes tipos de DSH. Posteriormente se realizó un muestreo aleatorio de dos días para validar los datos base. En total fueron nueve días de muestreo, realizado entre mayo y junio 2004.

Previo al muestreo de los DSH en el HAN, se estableció contacto con las autoridades correspondientes a fin de contar con su autorización y apoyo para la realización de este estudio. Una vez contando con la autorización, se procedió a visitar el sitio de estudio para tener una idea del manejo que actualmente se le da a los DSH en este hospital, rutas de muestreo, disposición temporal y final, etc.

Durante el muestreo, se realizó la selección de un sitio de acopio para la basura recolectada por turnos diariamente. Los criterios empleados para definir este sitio fueron: cercanía al contenedor de almacenamiento final, existencia de infraestructura para la protección de lluvia y características del piso que garantizara condiciones de seguridad e higiene durante la limpieza diaria, así como protección del agua subterránea.

La técnica de recolección de los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) consistió en acompañar al personal encargado de esta actividad a lo largo de toda la ruta establecida durante los turnos matutino (6:00 a 7:00 am) y vespertino (2:00 a 3:00 pm) que se ejecutan de lunes a sábados; y un único turno correspondiente al día domingo (7:00 a 8:00 am).

Los empaques utilizados durante el período de muestreo, fueron debidamente rotulados con el nombre del área o sala correspondiente. Posteriormente, los desechos fueron transportados en contenedores pequeños hasta el sitio de disposición temporal.

A continuación, se procedió al pesado de los desechos por áreas (bolsas rotuladas), para ello se utilizó un recipiente plástico, con capacidad para 20 litros, el que fue previamente pesado. Este procedimiento se llevó a cabo durante todo el período de muestreo y los días de validación.

El horario de recolección y pesaje de los desechos que genera la sala de labor y parto, difiere del establecido en el párrafo anterior, esto fue debido a las particularidades de generación y tipo de desechos (placentas generadas durante el día y la noche anterior). Esta actividad se realiza a las 5:00 am.

Por medidas de seguridad, se optó por realizar el pesaje incluyendo el recipiente metálico que almacena estos desechos en la misma sala de labor y partos. El valor obtenido fue afectado por el peso que representa el recipiente metálico.

8.4.2 Descripción de los procedimientos empelados para el cálculo de las variables cuantitativas

- **Procedimiento para determinar el peso**
 - Se estableció un sitio para realizar el peso de todos los desechos sólidos generados en el centro hospitalario.
 - Se colocó una balanza de pie en un sitio que permitió la actividad de manipuleo de las bolsas.
 - Con el fin de establecer la forma de obtener el peso de los desechos sólidos, se utilizó un recipiente plástico con capacidad para 20 litros previamente pesado.
 - El pesaje se efectuó por salas, todas las bolsas sin abrir, hasta obtener el total de desechos sólidos por turnos y salas. El peso obtenido inicialmente fue en libras y posteriormente los datos fueron pasados a kilogramos para facilitar su análisis.

- **Procediendo para determinar el volumen de los DSH producidos por salas**

- Se midió la altura total y el diámetro interno del recipiente a usar.
- Los DSH recolectados por salas se vertieron en el recipiente y se sacudieron suavemente para eliminar los espacios vacíos y permitir que los desechos se acomodaran mejor. Esta acción se realizó sin presionar los desechos.
- Por diferencia de volumen entre el volumen del recipiente y el volumen de los desechos, se encontró el dato de volumen de los desechos generados.
- La ecuación utilizada para encontrar el volumen fue: $V = h \times \pi \times r^2$, establecida por la literatura revisada, donde:

h = altura ocupada por el recipiente

$\pi = 3.1416$

r^2 = radio del recipiente

- El volumen total se obtuvo al realizar la suma de los volúmenes obtenidos en cada sala, por cada día de muestreo y de validación.

- **Procedimiento para determinar la densidad de los DSH**

- Se utilizó un recipiente de 20 litros de capacidad y una balanza de pie con una precisión de ± 2 gr.
- Se obtuvo el peso del recipiente y su volumen.
- Los desechos fueron colocados en el recipiente sin hacer presión y se remeció, de manera que se llenaran los espacios vacíos en el mismo.
- Se procedió a pesar el recipiente lleno y por diferencia se determinó el peso de los desechos sólidos.
- Se obtuvo la densidad de estos desechos al dividir su peso en kilogramos y el volumen del recipiente en metros cúbicos.

8.4.3 Descripción de los procedimientos empleados para el cálculo de las variables cualitativas

- **Procedimiento para determinar la composición física de los DSH**

- De las bolsas pesadas por salas que contenían los desechos, se seleccionó al azar una de cada sala, tomando una muestra de alrededor de 0.5 m^3 , la que fue vertida sobre la superficie del embaldosado, formando un montón.
- Los desechos de cartón y madera, fueron reducidos, hasta obtener un tamaño de más o menos 15 cm por 15 cm.
- Se homogenizó la muestra, mezclándola toda.
- La muestra fue dividida en cuatro partes y de estas se escogieron dos partes opuestas para la formación de una muestra más pequeña que fuese representativa. La muestra menor escogida se mezcló y dividió nuevamente en cuatro partes, luego se escogieron dos partes opuestas y se formó otra submuestra más pequeña. Esta operación se repitió hasta obtener una muestra de aproximadamente 50 Kg de desechos.
- Se realizó la separación de los tipos de desechos (plástico, madera, aluminio, telas, vidrios, orgánicos, etc.) del montón restante, para su posterior clasificación. Cada tipo de desecho clasificado fue pesado directamente en el recipiente plástico con capacidad para 20 litros.
- Se obtuvo el porcentaje (%) que representa cada tipo de desecho.
- Esta actividad se realizó con la mayor rapidez posible, tratando de conservar las características de humedad de los residuos.

- **Procedimiento para determinar las restantes variables cualitativas**

Para analizar las prácticas usuales aplicadas al manejo de los DSH del HAN, técnicas utilizadas para la recolección y transporte, así como la situación higiénica sanitaria, se basó en la gestión operativa interna que posee el HAN.

- **Procedimiento para la elaboración del plan de manejo seguro de los DSH**

Se elaboró un Plan de Manejo Seguro de los DSH, basado en la metodología propuesta por Gutiérrez *et al* (2004). La metodología fue ajustada al hospital en estudio y se siguieron los siguientes pasos:

- Con los resultados del análisis de los DSH y la evaluación de la gestión operativa interna del HAN al momento de la realización de este estudio, se definieron los objetivos generales y específicos que se pretenden conseguir mediante la ejecución del plan.
- A partir de los objetivos se eligieron las estrategias para lograr el cumplimiento de estos, así como también se identificaron los aspectos de la gestión actual o existente del HAN en donde se detectaron aspectos a ser mejorados y las pautas a seguir para esto y para dar cumplimiento a los objetivos.
- Para cada una de las alternativas identificadas se elaboró un subprograma con objetivos, metas e indicadores de verificación. Además de determinaron las acciones necesarias para el desarrollo de cada subprograma.
- Finalmente se diseñó una pequeña estrategia de implementación, evaluación y seguimiento del plan integral de manejo de los DSH.

- **Propuesta de Sistema de tratamiento y disposición final alternativo para los DSH/P generados en el HAN**

La propuesta del sistema de tratamiento y disposición final alternativo de los DSH/P se hizo basándose en los sistemas propuestos por el CEPIS/OPS, teniendo en consideración la existencia del sistema de tratamiento por incineración que posee el HAN.

8.4.4 Análisis estadístico de los datos obtenidos

Se elaboraron matrices de datos para el análisis de la información obtenida. Estos datos fueron analizados a través de estadística descriptiva. Los resultados se presentaron mediante tablas y gráficos (histogramas y diagramas de pastel). El paquete estadístico utilizado fue Microsoft Excel.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Perfil general del área de estudio: Hospital Alemán Nicaragüense (HAN)

El Hospital Alemán Nicaragüense (HAN), fundado el 18 de agosto de 1985, con el nombre de Hospital Carlos Marx, está ubicado en el denominado Distrito VI de la capital, en las cercanías del kilómetro 6 de la carretera norte. Limita al Norte con propiedades del antigua CORNAP, al sur con el Residencial Ciudad Xolotlán, al este con el Barrio Salomón Moreno y al oeste con el SILAIS. Ver [anexo 2](#) que muestra un plano general del Hospital Alemán Nicaragüense (López, 2003).

Ubicado en las inmediaciones de la carretera norte, la principal zona industrial de Managua, el hospital brinda servicios a la zona oriental de la capital y a los municipios de Tipitapa y San Francisco Libre. En la actualidad la población que habita esta región sobrepasa los 350 mil habitantes, pero no es raro encontrar pacientes de localidades ubicadas en los confines orientales del país, tales como San Carlos, Bonanza y Corn Island (MINSA, 1992).

Con un promedio de 1,200 pacientes internos que se atienden mensualmente, la demanda sobrepasa muchas veces la capacidad del hospital, que cuenta con 230 camas. La afluencia es particularmente grande en la clínica obstétrica, donde nacen un promedio de 600 niños por mes (MINSA, 1992).

El Hospital Alemán Nicaragüense (antes Carlos Marx) surgió como un proyecto de cooperación de la República Democrática Alemana (RDA) en 1985, ante el planteamiento de la necesidad de construir un hospital en un barrio obrero de Managua, específicamente en la zona nororiental de la capital que carecía de servicio médico adecuado; este planteamiento fue hecho por parte del presidente de Nicaragua de esa época a una delegación de la RDA que visitaba nuestro país. Se pensó que la mejor forma de conseguir este proyecto era canalizándolo a través de la organización juvenil alemana “Freie Deutsche Jugend” (FDJ). En los últimos días del mes de marzo de 1985 arribó a Managua una delegación técnica de la RDA para concretar este proyecto con el Ministerio de Salud. Al mismo tiempo, la FDJ y otras organizaciones partidarias reclutaban voluntarios para el primer contingente de personal médico y técnico para Nicaragua. El 30 de junio de ese mismo año, atracó en el Puerto de Corinto un carguero con un hospital militar completo. En pocas semanas se

instalaron los tres quirófanos plegables, una sala de esterilización, las tiendas de campaña para las consultas, la fisioterapia, el laboratorio clínico y la farmacia (MINSA, 1992).

La necesidad de pasar de un estado provisional a un hospital con instalaciones fijas se hizo evidente antes de terminar el año 1998. La creciente afluencia de pacientes ya no se podía manejar bajo las condiciones limitadas del trabajo en tiendas de campaña y contenedores plegables. De nuevo el gobierno tuvo que volver a recurrir a la cooperación alemana para plantearles la urgencia de sustituir las instalaciones provisionales por un hospital permanente, petición que las autoridades este-alemanas accedieron de inmediato. En el transcurso del primer semestre de 1986 llegaron las partes prefabricadas para 20 cabañas, mientras el Ministerio de Salud nicaragüense construía edificios para la farmacia, la administración, rayos X y el laboratorio. La obra se complementó con la lavandería, la cocina y la caldera de vapor. En octubre desapareció la última tienda de campaña y comenzó la fase de consolidación. Al mismo tiempo, cambiaba la clientela; mientras en los primeros meses se habían acercado los curiosos y la gente con enfermedades leves, ahora comenzaban a llegar “pacientes verdaderos”, el nuevo hospital Carlos Marx había ganado cierta reputación y se destacaba del resto de los hospitales por su abastecimiento seguro. Mientras en los otros centros hospitalarios del país se comenzaban a sentir el embargo económico impuesto por Estados Unidos, debido a que los aparatos médicos quedaban sin repuestos y en las bodegas escaseaban los medicamentos, al Carlos Marx llegaban periódicamente entregas de materiales desde la RDA. Era evidente que los enfermos que acudía demostraban mucha confianza en los médicos alemanes (MINSA, 1992).

El colapso del régimen este-alemán y la consecuente unificación alemana provocaron una situación de inseguridad, tanto en las autoridades del gobierno de la época como en la comunidad este-alemana asignada a Nicaragua. Sin embargo, el nuevo gobierno alemán continuó con el financiamiento del hospital dentro del marco de la cooperación externa, con miras a trasladar en forma gradual la responsabilidad económica y técnica a los nicaragüenses. A partir de noviembre de 1990, el Hospital Carlos Marx dejó de ser un “hospital alemán”, la administración pasó a manos nacionales. La cooperación y la asesoría médica se ha hecho cada vez menos importante. Si bien en 1985 existía una escasez objetiva de médicos calificados en Nicaragua, ahora al menos en Managua hay suficientes nicaragüenses con sólida formación médica. En otras áreas hubo que dar más impulso. Pero con la introducción del método de planificación de Proyectos Orientada a Objetivos, conocida

también entre los nicaragüenses por sus siglas en alemán ZOPP (Ziel-Orientierte Projekt-Planung), se logró involucrar a la contraparte nicaragüense en todos los procesos de planificación y análisis. Paso a paso los alemanes dejaron de monopolizar la información y de tomar decisiones de manera aislada. Ahora solo aconsejan y garantizan el financiamiento (MINSA, 1992).

En un área aproximada de siete manzanas, el Hospital Alemán Nicaragüense y entre los servicios que brinda a la población se mencionan entre otros: atención de emergencia, consulta externa, hospitalización, atención quirúrgica, servicios de laboratorios clínicos y radiológicos, anatomía patológica, morgue y farmacia.

La tipología de los edificios que conforman al HAN están basados en estructuras de una sola planta, apreciándose diversos métodos constructivos empleados en sus ambientes y en el empleo de materiales diversos como paneles pre-fabricados de concreto, paredes formadas por láminas de asbesto, cemento y partición de madera, mampostería confinada de bloques de concreto, etc (López, 2003).

Los edificios que actualmente forman el Hospital Alemán Nicaragüense, según la denominación o destino de su uso principal, están designados tal y como se muestran en la tabla 9.1.

Tabla 9.1. Áreas que componen el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN)

Módulo No.	Nombre del módulo	Módulo No.	Nombre del módulo
1	Servicios Generales	21	Pediatría 1
2	Fisioterapia	22	Pediatría 2
3	Laboratorio	23	Pediatría 3
4	Servicios sanitarios	24	Cuarto de Médicos
5	Administración	25	Sala Mixta 1
6	Dirección	26	Sala Mixta 2
7	Casa No. 2/Contabilidad	27	Medicina de mujeres
8	Casa en construcción	28	Medicina de varones
9	Casa No. 3	29	Cirugía
10	Profamilia	30	Morgue
11	Ginecología II	31	Laboratorios
12	Ginecología I	32	Observación
13	Maternidad III	33	Emergencia
14	Cirugía de mujeres I	34	EMAN
15	Cirugía de mujeres II	35	Consulta externa
16	Cirugía de varones I	36	Auditorio
17	Maternidad II	37	Farmacia
19	SAD 1	38	Archivo
19	SAD 2	39	Vigilancia
20	SAD 3	40	Lavandería y Nutrición

Fuente: López H. S. 2003

En la tabla 9.2 se muestra el resumen del perfil general actual (Mayo-junio 2004) del Hospital Alemán Nicaragüense (HAN) según la información suministrada por el doctor Noé Trejos, director del Subcomité de Manejo de Desechos Sólidos del HAN.

Tabla 9. 2. Perfil general del Hospital Alemán Nicaragüense (HAN)

NOMBRE DEL HOSPITAL	HOSPITAL ALEMÁN NICARAGÜENSE
ENTIDAD ADMINISTRADORA	MINISTERIO DE SALUD
UBICACIÓN	EN LAS INMEDIACIONES DE LA CARRETERA NORTE, EN EL DISTRITO SEIS.
ÁREA TOTAL	7 MANZANAS
ÁREA OCUPADA	
NIVELES DEL EDIFICIO	UNA PLANTA
NUMERO DEL PERSONAL	MEDICO = 120 ENFERMERÍA = 300 ADMINISTRATIVO = 213 LIMPIEZA = 37 TOTAL = 670
NUMERO TOTAL DE CAMAS (Incluyendo cunas)	250 CAMAS CENSABLES
CAMAS EN USO	199 CAMAS
PROMEDIO DE CONSULTAS EXTERNAS DE CONSULTAS EXTERNAS EN LOS PRIMEROS SIETE MESES DEL 2004	30,161 PACIENTES
NUMERO DE HOSPITALIZACIONES EN LOS PRIMEROS SIETE MESES DEL 2004	20,264 PACIENTES
NUMERO PROMEDIO DE PARTOS MENSUALES EN LOS PRIMEROS SIETE MESES DEL 2004	520
PROMEDIO DE INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS EN LOS PRIMEROS SIETE MESES DEL 2004	5,227
PROMEDIO DE PACIENTES HOSPITALIZADOS POR DÍA EN LOS PRIMEROS SIETE MESES DEL 2004	97

Según la Licenciada Ivania Grijalva (2004), Jefa del Departamento de Enfermería, el HAN cuenta actualmente con once áreas de atención a pacientes, dentro de las cuales se brindan diferentes tipos

de servicios. El número de camas con que cuenta el HAN son 250 censables, de las cuales solo 199 se encuentran en uso, del resto unas se encuentran en mal estado y las otras están ubicadas en áreas que actualmente se encuentran cerradas.

En la tabla 9.3, se muestra con más detalle el tipo de área, número de edificios que la componen, el número total de camas contenidas por área en general, así como el tipo de atención que se brinda a los pacientes que acuden a este hospital.

Tabla 9.3. Descripción de las áreas de atención que existen actualmente en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN)

ÁREAS DE ATENCIÓN Y SERVICIOS	No. DE EDIFICIOS	No. DE CAMAS
PEDIATRÍA: - Patología frecuente(diarrea) - Neumonía - Misceláneos (de fondo patológico)	3	41
CIRUGÍA: - Cirugía de mujeres - Cirugía de mujeres - Cirugía de varones	3	13-14 cada una
GINECOLOGÍA	2	13-14 cada una
PUERPERIO FISIOLÓGICO	1	21
MEDICINA OBSTÉTRICA	1	14
MEDICINA INTERNA	4	41
EMERGENCIA: - Urgencias, cuidados menores, área de observación Emergencia obstétrica.	4	10 No censables
CONSULTA EXTERNA: -Pediatría, Ginecología, Medicina, Urología, Gastrología Nutrición, Clínica adolescente, Núcleo familiar	14	0
QUIRÓFANOS: - Cirugía general - Cirugía menor	6	6 (Recuperación)

PATOLOGÍA Y MORGUE	2	0
SAD (Sistema de Atención Diferenciada): -Parte privada Sala de emergencia, Sala de varones, Sala múltiple Pediatria, SAD II Varones		55

9.2 Análisis de los desechos sólidos hospitalarios producidos en el HAN durante el periodo de muestreo y periodo de validación de datos

A continuación se presentan los resultados obtenidos y la discusión de estos, tanto en el periodo de muestreo como en los dos días de validación, de la cuantificación desechos sólidos hospitalarios realizado en el HAN.

9.2.1 Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN) durante el periodo de muestreo

De acuerdo con la tabla 9.4, la cantidad total de desechos sólidos hospitalarios producidos en el HAN durante los siete días de muestreo (10 al 16 de mayo 2004) fue de **2,497.95 Kg** con una producción promedio total **356.85 Kg/día**. La mayor producción de desechos sólidos se originó el día lunes con un total de **516.36 Kg/día**, correspondientes a los dos turnos (mañana y tarde) de todas las salas, mientras que la menor producción correspondió al día domingo con un total de **218.41 Kg/día**, correspondiente al turno de la mañana de todas las salas.

La mayor producción registrada el día lunes es debida a la acumulación que se produce del día anterior (domingo), dado a que en fin de semana solamente se realiza un turno de recolección. Con relación a la menor cantidad producida el día domingo, se debe a que hay menor afluencia de pacientes durante el fin de semana y prácticamente solo se atiende lo que son las emergencias ya que en las áreas de consulta externa, patología, laboratorio y oficinas no se presta atención.

Respecto a la producción semanal, la sala de atención a pacientes que produjo mayor cantidad de desechos sólidos fue el quirófano y cirugía con **598.18 kg**, esta misma sala es la que genera la mayor cantidad de desechos diariamente, aunque según los datos obtenidos se puede observar que la cocina del HAN, es el área que registra mayor producción de desechos, tanto semanal, como a diario

(a excepción del día miércoles donde se observó la menor producción en esta área), pero esta área no es sala de atención a pacientes, y que éstos son considerados inocuos cuando no se mezclan con el resto de desechos, pero en este caso al momento de la recolección se vuelven peligrosos debido a que se depositan en el mismo recipiente contenedor donde ya vienen bolsas con desechos peligrosos de otras salas, por ejemplo, quirófano, ginecología, cirugía, pediatría, etc.

En la literatura consultada no se encontraron datos actuales que puedan ser comparables con los obtenidos en esta investigación. Tampoco existen datos anteriores de estudios del hospital que permitan conocer como ha sido la evolución de la producción de los DSH en el HAN.

Los datos obtenidos de estudios anteriores se limitan a investigaciones hechas en diferentes hospitales del país entre los años 1998-1999. Información recabada de los hospitales Berta Calderón, Lenín Fonseca y Manolo Morales en 1999, mencionan una generación total de DSH en kilogramos de 1,690.5 Kgs, 1,854.98 Kgs y 1,994.97 Kgs respectivamente. Otro estudio realizado en el Hospital Militar Alejandro Dávila Bolaños por Rodríguez *et al* (1999), reportan una producción total de 1,929.99 Kgs. Al comparar ésta información con la obtenida en el HAN en la presente investigación, se observa una mayor producción total de DSH correspondiente a 2,497.95 Kgs. Sin embargo y pese a estos resultados, no se puede hacer comparación debido a que los datos de los hospitales Berta Calderón, Lenín Fonseca, Manolo Morales y Alejandro Dávila Bolaños corresponden a un periodo de cinco años atrás.

Un estudio de generación de DSH/P realizado por Umaña en 1996 dentro del Programa ALA 91/33 en las capitales de Centroamérica, reportó para Nicaragua una generación de DSH/P para ese año de 1,104 Kg/día con proyección de 1,523 Kg/día para el año 2010.

En el estudio anterior se menciona que los resultados de producción de desechos sólidos peligrosos son un poco altos y esto obedece a que en los hospitales no se cuenta con un sistema de separación de los desechos y el estudio identifica la bolsa o recipiente en el momento de tomar su peso con solo el hecho de contener una jeringa o materiales descartables usados en curaciones, lo que provoca definitivamente encontrar un dato mayor de DSH/P.

Tabla 9.4. Cantidades totales y promedios (Kg/día) de DSH producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense durante el periodo de muestreo

ÁREAS MUESTREADAS	PESOS (Kg/Día)							PESO TOTAL (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg/Día)
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Labor y partos	10.68	8.64	10.91	9.55	12.73	12.27	5.45	70.23	10.03
Quirófano y Cirugía	123.41	101.14	83.64	73.18	89.09	74.55	53.18	598.18	85.45
Medicina	56.36	38.18	46.82	28.18	47.27	25.68	20.91	263.41	37.63
Pediatría	17.27	21.36	15.00	13.18	18.18	9.55	7.73	102.27	14.61
Emergencia	29.55	51.82	56.36	44.55	42.73	28.41	32.73	286.14	40.88
Ginecología	20.45	17.27	22.27	12.73	22.27	8.18	18.86	122.05	17.44
Patología y Morgue	5.91	6.36	0.45	2.27	0.68	6.82	0.00	22.50	3.21
C. Externa	24.55	0.91	12.27	16.82	5.00	0.00	0.00	59.55	8.51
Cocina	185.00	151.82	51.36	111.36	89.09	91.36	69.55	749.55	107.08
Lavandería	12.73	5.00	6.36	0.00	2.27	1.82	0.00	28.18	4.03
Administración	7.73	3.18	1.36	1.82	2.27	0.00	0.00	16.36	2.34
Oficina	0.00	12.73	13.64	19.55	17.73	6.82	10.00	80.45	11.49
Patio	22.73	32.27	39.09	0.00	0.00	5.00	0.00	99.09	14.16
TOTAL	516.36	450.68	359.55	333.18	349.32	270.45	218.41	2,497.95	356.85

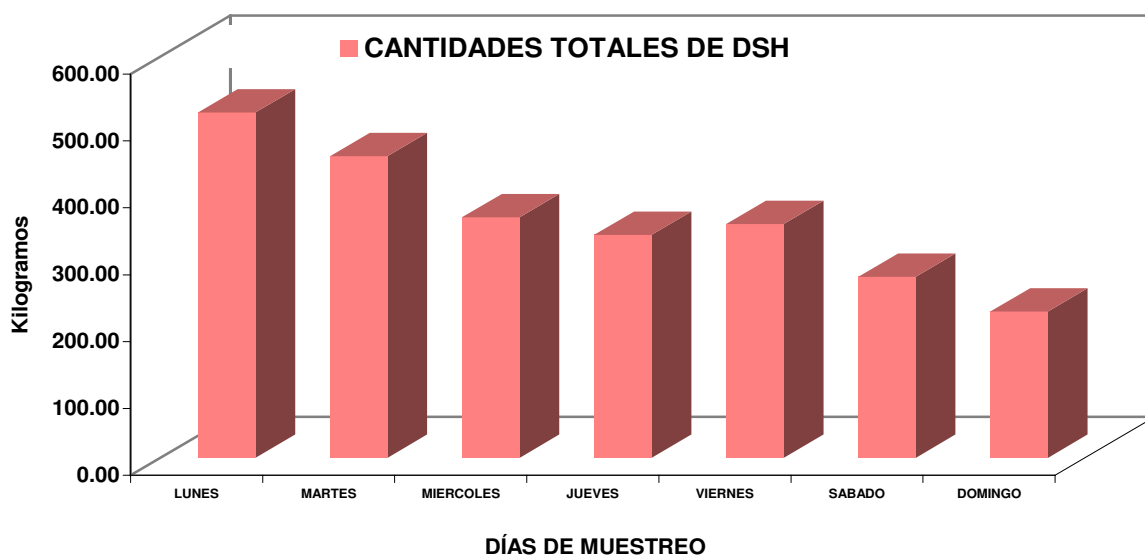
Tabla 9.5 Parámetros de variabilidad entre los datos presentados en la tabla 9.4

PESO PROMEDIO (Kg/Día)	VARIANZA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	RANGO	
			MÍNIMO	MÁXIMO
356.85	1016.41	31.88	0.45	185.00

La tabla 9.5 muestra las principales medidas de variabilidad de los datos obtenidos en la tabla 9.4 de las mediciones realizadas a los desechos sólidos hospitalarios producidos en las trece diferentes salas muestreadas en el HAN, tanto en aquellas salas donde se brinda atención a pacientes, como en las áreas comunes del hospital, durante el periodo de muestreo de siete días continuos.

Una de las medidas de tendencia central aplicada a estos datos fue la media aritmética, mediante la cual se calculó una producción promedio de **356.85 Kg/día**, tal y como se mencionó anteriormente; mientras que las medidas de variabilidad como es la desviación estándar obtenida para estos mismos datos indica que la producción de desechos sólidos hospitalarios se desvían en promedio respecto a la media en **31.88 Kg/día**, esto es debido a que existe bastante diferencia en cuanto a la producción de los desechos sólidos hospitalarios en las diferentes salas muestreadas, o sea que cuanto mayor es la dispersión de los datos al rededor de la media, mayor es la desviación estándar. En referencia a otra medida de variabilidad como lo es la varianza esta nos da como resultado el cuadrado de la desviación estándar **1016.41**. El rango de dispersión de los datos el cual se ubicó entre **0.45 y 185**.

Gráfico 9. 1. Cantidades totales (Kg/día) de DSH producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense durante el periodo de muestreo



El gráfico 9.1, muestra que efectivamente el día lunes se generó la mayor producción de desechos sólidos en el HAN, tal y como se mencionó anteriormente, pero también se puede observar que entre los días miércoles, jueves y viernes, la producción de DSH es casi similar, con tendencia a bajar en los días de fin de semana, principalmente el día domingo, donde se observa la menor producción de desechos que durante la semana.

El gráfico muestra también que la tendencia general de producción de DSH durante la semana es hacia la disminución, es decir que a medida que se aproxima el fin de semana, al parecer hay menos afluencia de pacientes lo que puede ser debido a que no se atienden en algunas áreas, por ejemplo: Consulta externa, laboratorios, oficinas, entre otras, aunque en la cocina (que es el área que mayor cantidad de desechos produce en todo el HAN) se elaboren alimentos, el personal es poco por lo tanto la generación de DSH es menor. También es de suponer que durante el fin de semana lo que mayormente se atienden son las emergencias.

9.2.2 Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN) durante el periodo de validación

Los datos de validación obtenidos durante este periodo y mostrados en la tabla 9.6 indican que efectivamente existe mayor producción de DSH durante la semana con relación al fin de semana, dado que el primer día de muestreo (miércoles) la generación de los desechos de todas las salas correspondió a **323.64 Kg/día**, mientras que el sábado se registró una producción de **270.00 Kg/día**.

La producción total durante el periodo de validación fue de **593.64 Kg**, mientras que el promedio de los dos días de validación fue de **325.45 Kg/día**. De igual manera, en referencia a los días de muestreo se encontró que la sala de atención a pacientes con más producción de DSH en el periodo de validación fueron el quirófano y cirugía con **185.91 Kg/día**.

Al igual que durante el periodo de muestreo, se observó que el día miércoles la producción de desechos fue menor en el área de cocina, no sabiendo la causa de esta situación, por que generalmente ésta es el área donde hay mayor cantidad de desechos.

Tabla 9. 6. Cantidades totales y promedios (Kg/día) de DSH producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense durante el periodo de validación

ÁREAS MUESTREADAS	PESOS (Kg/días)		PESO TOTAL (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg/Día)
	MIÉRCOLES	SÁBADO		
Labor y partos	8.18	8.18	16.36	8.18
Quirófano y Cirugía	110.45	75.45	185.91	92.95
Medicina	31.82	50.00	81.82	40.91
Pediatría	17.27	22.27	39.55	19.77
Emergencia	28.18	36.36	64.55	32.27
Ginecología	11.36	5.00	16.36	8.18
Patología y Morgue	5.00	6.82	11.82	5.91
C. Externa	5.45	0.00	5.45	2.73
Cocina	86.36	58.18	144.55	96.36
Lavandería	0.45	0.68	1.14	0.76
Administración	1.36	0.00	1.36	0.91
Oficina	17.73	7.05	24.77	16.52
Patio	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	323.64	270.00	593.64	325.45

Tabla 9.7. Parámetros de variabilidad entre los datos presentados en la tabla 9.6

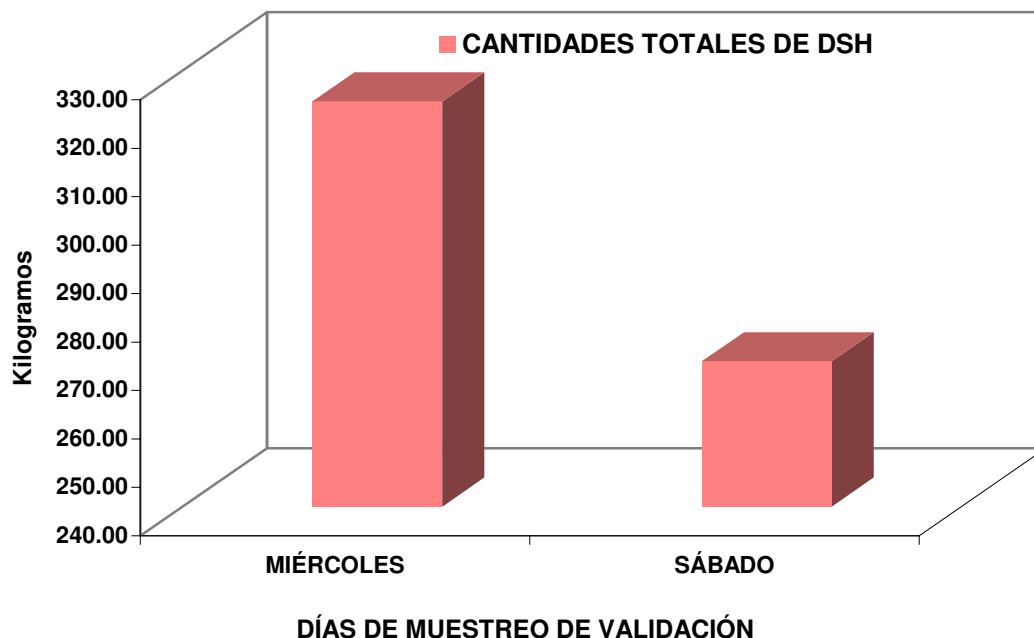
PESO PROMEDIO (Kg/Día)	VARIANZA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	RANGO	
			MÍNIMO	MÁXIMO
325.45	674.93	25.98	0.45	110.45

En la tabla 9.7 se presentan las medidas de variabilidad registradas en los datos obtenidos del periodo de dos días de validación de datos en las mismas trece áreas muestreadas e indicadas anteriormente.

La media aritmética señala que en estos dos días se produjo en promedio **325.45 Kg/día** de desechos sólidos hospitalarios. La desviación estándar calculada para estos mismos datos muestra que la producción de estos desechos en promedio se desvía de la media aritmética en **25.98 kg/día**, debido

a la diferencia que existe en la producción de los desechos sólidos en las diferentes salas muestreadas, coincidiendo este comportamiento con el registrado durante el periodo de muestreo. En cuanto a la varianza esta nos da como resultado el cuadrado de la desviación estándar **674.93**, el rango de dispersión de los datos se ubicó en este caso entre **0.45** y **110.45**.

Gráfico 9.2. Cantidades totales (Kg/día) de DSH producidos en el Hospital Alemán Nicaragüense durante el periodo de validación



El gráfico 9.2 ratifica que la mayor producción de DSH se da durante los días normales laborables en la semana y la menor producción el fin de semana.

9.2.3 Cuantificación de los DSH (Kg/turno/día) producidos por turno en el HAN durante el periodo de muestreo

9.2.3.1 Turno de la mañana

El peso total de los DSH producidos en el turno de la mañana fue de **1,567.73 Kg** en las salas muestreadas, lo significó un peso promedio total de **223.96 Kg/día**.

Respecto a la producción diaria de DSH en todas las salas muestreadas, la mayor producción se registró el día lunes, con una cantidad de **320.91 Kg/día**, en cambio, la menor producción correspondió al día viernes con un total de **187.91 Kg/día**.

El área de atención a pacientes que generó mayor cantidad de DSH en este turno fue el área de Quirófano y Cirugía, donde se alcanzó una producción por semana de **458.64 Kg**, según se observa en la tabla 9. 8.

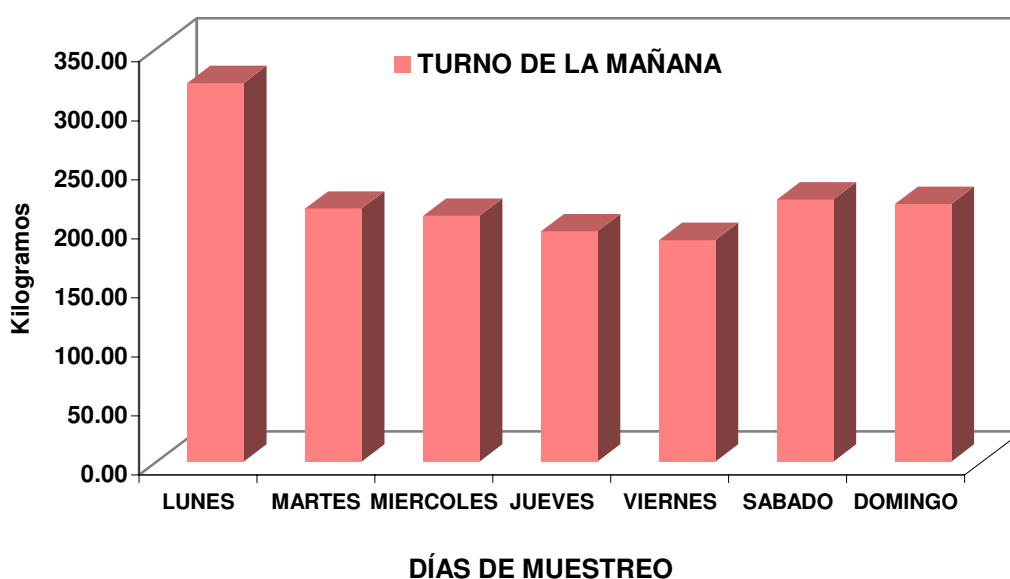
Se cree que la mayor producción de DSH registrada en este turno es debida a la acumulación que se produce de los desechos que se generan después de la recolección de los mismos en el turno de la tarde (1:00 a 2:00 pm) dado a que entre el turno de la tarde y el de la mañana del día siguiente existe una diferencia de diecisiete horas, lo que permite acumulación de desechos que son recolectados por la mañana.

Tabla 9.8. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la mañana durante el periodo de muestreo

ÁREAS MUESTREADAS	PESOS (Kg/DÍAS)							PESO TOTAL (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg/DÍA)
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Labor y partos	10.68	8.64	10.91	9.55	12.73	12.27	5.45	70.23	10.03
Quirófano y Cirugía	99.32	62.50	55.00	50.91	63.18	74.55	53.18	458.64	65.52
Medicina	50.45	25.45	35.91	23.18	30.00	25.68	20.91	211.59	30.23
Pediatría	5.91	2.73	9.09	9.55	4.55	9.55	7.73	49.09	7.01
Emergencia	23.64	42.73	35.45	37.27	28.64	28.41	32.73	228.86	32.69
Ginecología	8.18	3.64	2.27	3.18	7.73	8.18	18.86	52.05	7.44
Patología y Morgue	5.91	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	10.91	1.56
C. Externa	5.91	0.00	1.36	11.82	0.91	0.00	0.00	20.00	2.86
Cocina	76.82	56.82	17.73	43.64	31.36	45.00	69.55	340.91	48.70

Lavandería	3.64	0.00	5.91	0.00	4.00	1.82	0.00	15.36	2.19
Administración	7.73	7.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	23.73	3.39
Oficina	0.00	5.00	10.91	3.18	1.82	6.82	10.00	37.73	5.39
Patio	22.73	0.00	20.91	0.00	0.00	5.00	0.00	48.64	6.95
TOTAL	320.91	214.50	208.45	195.27	187.91	222.27	218.41	1,567.73	223.96

Gráfico 9.3. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la mañana durante el periodo de muestreo



En el turno de la mañana la mayor producción de DHS se dio el día lunes principalmente, así como en los días sábado y domingo, tal y como se muestra en el gráfico 9.3.

9.2.3.2 Turno de la tarde

El peso total de los DSH producidos en el turno de la tarde fue de **887.95 Kg** en las quince áreas muestreadas, lo que representó un peso promedio total de **126.85 Kg/día**.

A diferencia del turno de la mañana donde la mayor producción diaria de DSH de todas las salas muestreadas se registró el día lunes, en el turno de la tarde la mayor producción se alcanzó el día martes, con una cantidad de **235.00 Kg**, y la menor producción correspondió al día jueves con un

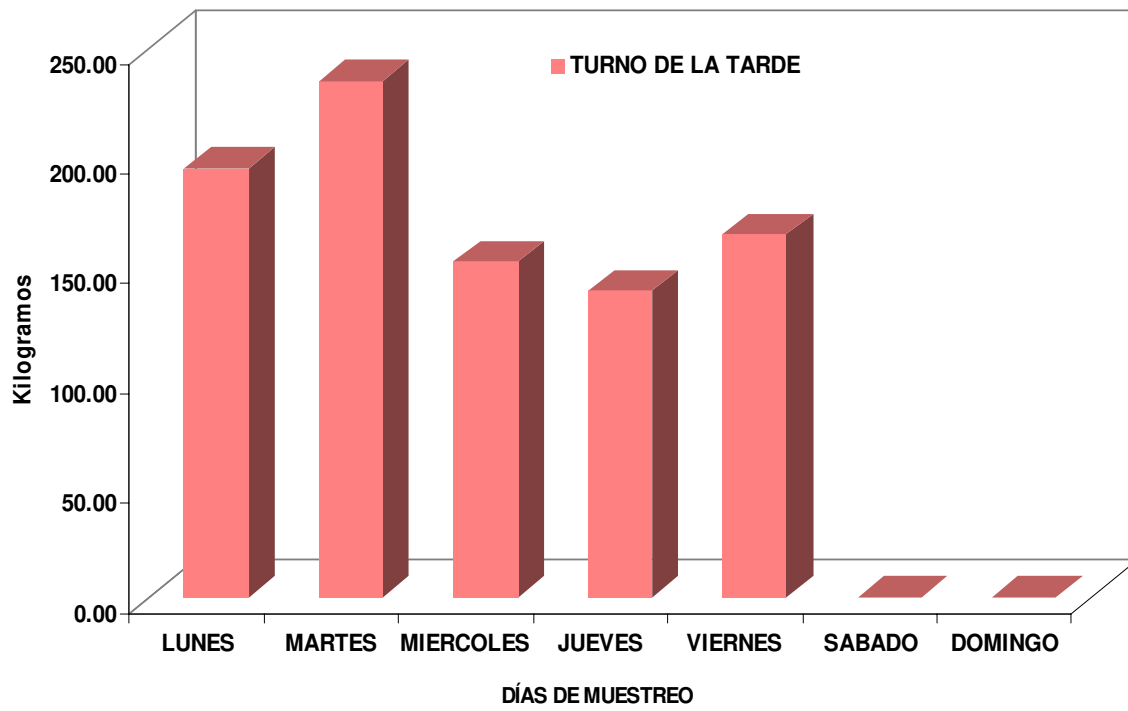
total de **139.55 Kg**. El sábado y domingo no se registraron datos por no haber recolección en este turno.

Al igual que en el turno matutino, el área de atención a pacientes que generó la mayor cantidad de DSH por la tarde fue el Quirófano y Cirugía, donde se registró una producción por semana de **139.55 Kg**, mientras que la menor producción registrada se observó en el área de atención a pacientes de consulta Externa con **39.55 Kg**, según se observa en la tabla 9.9.

Tabla 9.9. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la tarde durante el periodo de muestreo

ÁREAS MUESTREADAS	PESOS (Kg/Días)							PESO TOTAL (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg/Día)
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Labor y partos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quirófano y Cirugía	24.09	38.64	28.64	22.27	25.91	0.00	0.00	139.55	19.94
Medicina	5.91	12.73	10.91	5.00	17.27	0.00	0.00	51.82	7.40
Pediatría	11.36	18.64	5.91	3.64	13.64	0.00	0.00	53.18	7.60
Emergencia	5.91	9.09	20.91	7.27	14.09	0.00	0.00	57.27	8.18
Ginecología	12.27	13.64	20.00	9.55	14.55	0.00	0.00	70.00	10.00
Patología y Morgue	0.00	1.36	0.45	2.27	0.68	0.00	0.00	4.77	0.68
C. Externa	18.64	0.91	10.91	5.00	4.09	0.00	0.00	39.55	5.65
Cocina	108.18	95.00	33.64	67.73	57.73	0.00	0.00	362.27	51.75
Lavandería	9.09	5.00	0.45	0.00	0.45	0.00	0.00	15.00	2.14
Administración	0.00	0.00	0.00	0.45	0.91	0.00	0.00	1.36	0.19
Oficina	0.00	7.73	2.73	16.36	15.91	0.00	0.00	42.73	6.10
Patio	0.00	32.27	18.18	0.00	0.00	0.00	0.00	50.45	7.21
TOTAL	195.45	235.00	152.73	139.55	165.23	0.00	0.00	887.95	126.85

Gráfico 9.4. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la tarde durante el periodo de muestreo



La mayor cantidad de DSH en el turno de tarde se produjo el día martes y el lunes en menor proporción, en relación con el resto de días de la semana, según el gráfico 9.4.

Según los datos presentados anteriormente, la menor producción de DSH registrada en este turno, puede ser debido a las pocas horas de recolección que existen entre el turno de la mañana y la tarde, es decir que la diferencia de recolección entre un periodo y otro es de seis horas, lo que no permite acumulación de desechos por la tarde.

9.2.4 Cuantificación de los DSH (Kg/turno/día) producidos por turno en el HAN durante el periodo de validación

9.2.4.1 Turno de la mañana

Los datos de validación del turno de la mañana dieron como resultado un total de **673.14 Kg** de DSH en todas las muestreadas (trece áreas), según los datos reportados en la tabla 9.10. Esto significó un peso promedio de **336.57 Kg/día**.

La mayor producción diaria se registró el día miércoles en todas las muestreadas de **403.98 Kg/día**, estos datos confirman los resultados obtenidos durante los siete días de muestreos, es decir que durante los días de semana hubo mayor producción de DSH en el HAN. En la tabla 9.10 también se observa que la producción de estos desechos tiende a disminuir hacia el fin de semana. Al igual que en el periodo de muestreo, la sala que mayor cantidad de DSH produjo en el periodo de validación fue Quirófano y Cirugía, correspondiendo a **220.45 Kg**.

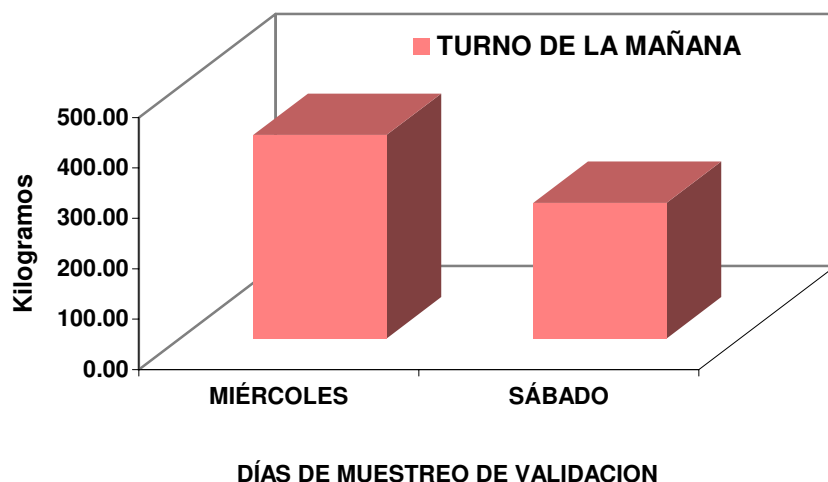
Los resultados obtenidos del periodo de muestreo en comparación con los obtenidos en la validación de datos, muestran que la producción de DSH durante la semana es similar; al igual que durante el fin de semana en ambos periodos.

Tabla 9.10. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la mañana durante el periodo de validación

ÁREAS MUESTREADAS	PESOS (Kg/días)		PESO TOTAL (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg/días)
	MIÉRCOLES	SÁBADO		
Labor y partos	8.18	8.18	16.36	8.18
Quirófano y Cirugía	145.00	75.45	220.45	110.23
Medicina	63.00	50.00	113.00	56.50
Pediatría	25.00	22.27	47.27	23.64
Emergencia	52.00	36.36	88.36	44.18
Ginecología	7.00	5.00	12.00	6.00
Patología y Morgue	5.00	6.82	11.82	5.91
C. Externa	1.00	0.00	1.00	0.50

Cocina	91.00	58.18	149.18	74.59
Lavandería	0.00	0.68	0.68	0.34
Administración	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficina	6.80	6.20	13.00	6.50
Patio	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	403.98	269.15	673.14	336.57

Gráfico 9. 5. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la mañana durante el periodo de validación



9.2.4.2 Turno de la tarde

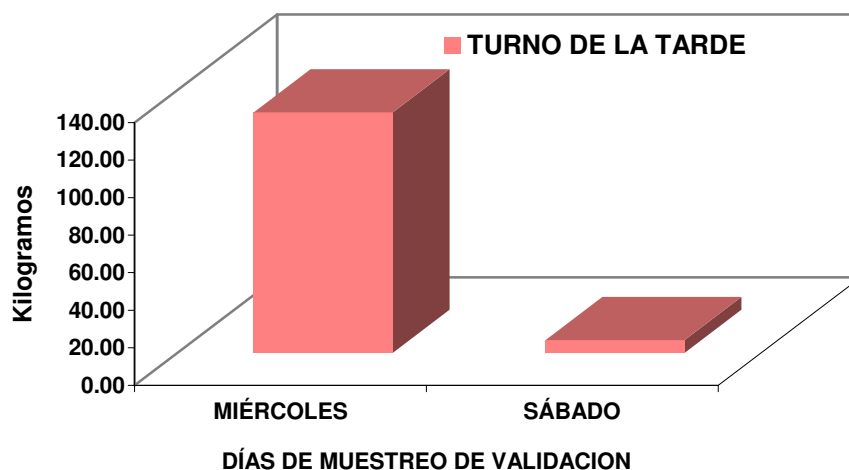
El total de DSH producido en este turno de validación fue de **128.18 Kg**. En todas las salas muestreadas, con un promedio de **64.09 Kg/día**.

En este periodo se observó que en las áreas de atención a pacientes Quirófano y Cirugía se registró la mayor producción de DSH (**44.55 Kg**), según la tabla 9.11, pero además se muestra que en el área de cocina también se produjo una cantidad similar de desechos orgánicos (**45 Kg**), considerados inocuos cuando no se han mezclado en el resto de DSH procedentes de las áreas de atención a pacientes. Medicina fue el área de atención a pacientes que menos DSH produjo (**3.18 Kg**). En el turno de la tarde del día sábado no se reportan datos porque no hay recolección de DSH.

Tabla 9.11. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la tarde durante el periodo de validación

ÁREAS MUESTREADAS	PESOS (Kg/días)		PESO TOTAL (Kg)	PESO PROMEDIO (Kg/día)
	MIÉRCOLES	SÁBADO		
Labor y partos	0.00	0.00	0.00	0.00
Quirófano y Cirugía	44.55	0.00	44.55	22.27
Medicina	3.18	0.00	3.18	1.59
Pediatría	5.91	0.00	5.91	2.95
Emergencia	4.55	0.00	4.55	2.27
Ginecología	8.18	0.00	8.18	4.09
Patología y Morgue	0.00	0.00	0.00	0.00
C. Externa	5.00	0.00	5.00	2.50
Cocina	45.00	0.00	45.00	22.50
Lavandería	0.45	0.00	0.45	0.23
Administración	1.36	0.00	1.36	0.68
Oficina	10.00	0.00	10.00	5.00
Patio	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	128.18	0.00	128.18	64.09

Gráfico 9.6. Cuantificación de los DSH (Kg/día) producidos en el HAN en el turno de la tarde durante el periodo de validación



9.2.5 Cuantificación unitaria de DSH (Kg/paciente/día)

9.2.5.1 Cuantificación unitaria de DSH (Kg/paciente/día) producidos durante el periodo de muestreo

La tabla 9.12 presenta la cuantificación unitaria de DSH en Kg/paciente/día registrada durante el periodo de muestreo, únicamente en aquellas salas donde se brinda atención en salud a pacientes del HAN. Se observa que en la sala de ginecología es donde se atiende un menor número de pacientes por día y es la sala donde se da la mayor generación de DSH con **4.36 Kg/paciente/día**.

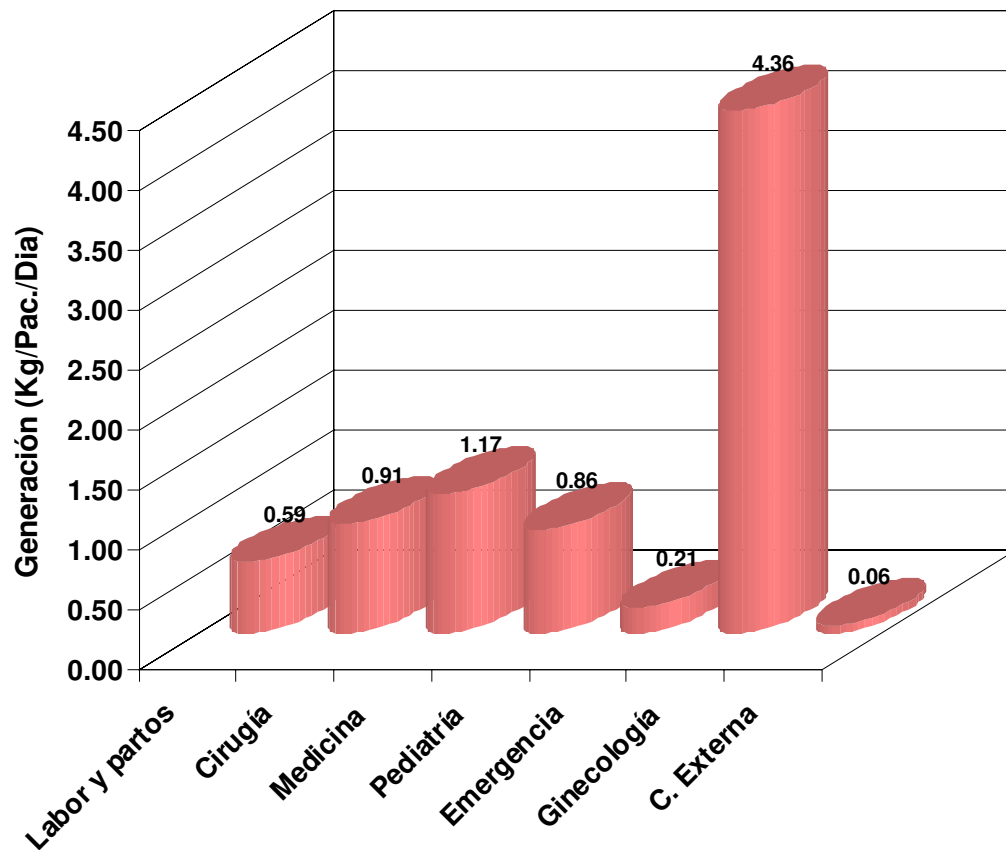
Según los datos mostrados en esta misma tabla, las áreas donde se registró la menor generación de DSH en promedio correspondieron a las salas de consulta externa y emergencia con **0.06 Kg/paciente/día** y **0.21 Kg/paciente/día** respectivamente.

Tabla 9.12. Cuantificación unitaria de los DSH (Kg/paciente/día) producida en el HAN durante el periodo de muestreo

ÁREAS DE ATENCIÓN	PRODUCCIÓN TOTAL (Kg)	PRODUCCIÓN PROMEDIO (Kg)	NUMERO DE PACIENTES PROMEDIO/DIA	GENERACIÓN (Kg/Pac/día)
Labor y partos	70.23	10.03	17	0.59
Cirugía	108.64	15.52	17	0.91
Medicina	263.41	37.63	32	1.17
Pediatría	102.27	14.61	17	0.86
Emergencia	286.14	40.88	195	0.21
Ginecología	122.05	17.44	4	4.36
C. Externa	59.55	8.51	144	0.06
TOTAL	1012.29	144.62	83	8.16
PROMEDIO	144.61	20.66	21	1.17

Fuente: Trejos, 2004

Gráfico 9.7. Cuantificación unitaria de los DSH (Kg/Pac/Día) producida en el HAN durante el periodo de muestreo



El gráfico 9.7 muestra la cuantificación unitaria de los DSH (Kg/Pac/Día) producida en las salas muestreadas en el hospital Alemán Nicaragüense, tal y como se mencionó anteriormente, la sala con mayor producción corresponde a ginecología, mientras que las de menor producción fueron consulta externa y emergencia.

9.2.5.2 Cuantificación unitaria de DSH (Kg/paciente/día) producidos durante la validación de datos

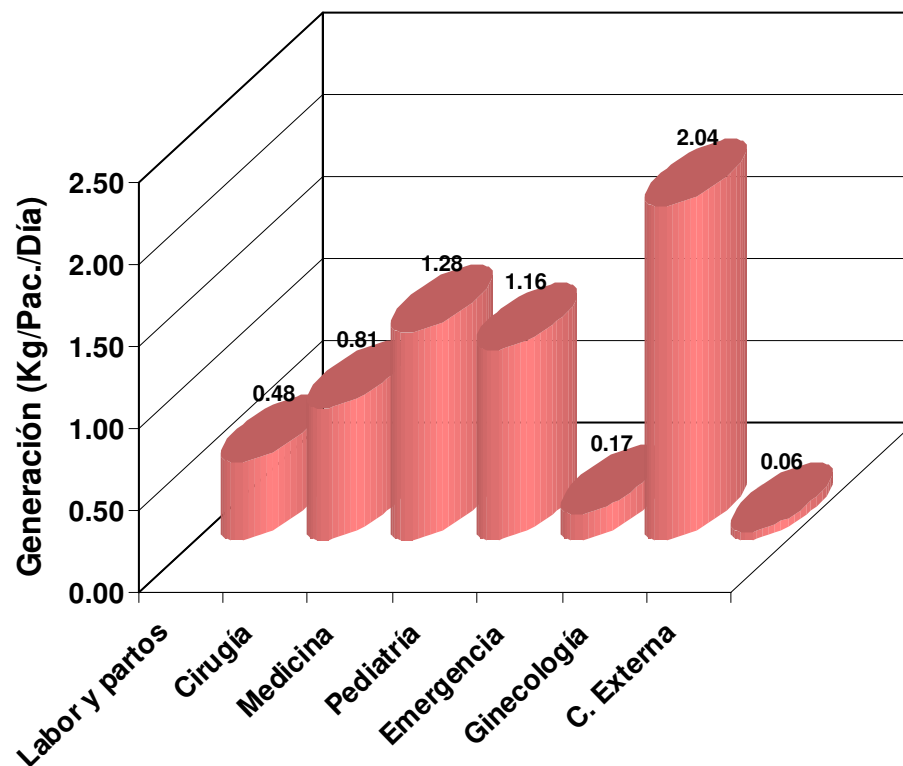
Los datos de validación mostrados en la tabla 9.13 indican que al igual que en el periodo de muestreo, la sala donde se registró la mayor producción promedio en Kg de DSH correspondió a ginecología con **2.04 Kg/paciente/día** y de igual forma, esta es la sala donde se atiende al menor número de pacientes por día.

Las salas de consulta externa y emergencia también son las que produjeron la menor cantidad de DSH en promedio Kg/paciente/día al igual que los datos registrados durante el muestreo con **0.06 Kg/paciente/día** y **0.17 Kg/paciente/día**, respectivamente.

Tabla 9.13. Cuantificación unitaria de DSH (Kg/Pac/Día) producida en el HAN durante la validación de datos

ÁREAS DE ATENCIÓN	PRODUCCIÓN TOTAL (Kg)	PRODUCCIÓN PROMEDIO (Kg)	NUMERO DE PACIENTE PROMEDIO/DIA	GENERACIÓN (Kg/Pac*día)
Labor y partos	16.36	8.18	17	0.48
Cirugía	27.73	13.86	17	0.81
Medicina	81.82	40.91	32	1.28
Pediatría	39.55	19.77	17	1.16
Emergencia	64.55	32.27	195	0.17
Ginecología	16.36	8.18	4	2.04
C. Externa	5.45	2.73	144	0.06
TOTAL	251.82	125.9	227	6.00
PROMEDIO	35.97	17.99	45.4	0.86

Gráfico 9. 8. Cuantificación unitaria de DSH (Kg/Pac/Día) producida en el HAN durante la validación de datos



Los datos de validación obtenidos en el HAN coinciden en demostrar que es la sala de ginecología la que produjo la mayor cantidad de DSH en Kg/Paciente/día, al igual que son las salas de consulta externa y emergencia que produjeron la menor cantidad de DSH, tal y como se muestra en el gráfico 9. 8.

9.2.6 Listado de los tipos de DSH que se producen en el HAN

De acuerdo con composición física general de los tipos de desechos y en base a lo observado durante la fase de muestreo y validación, los tipos de DSH que se producen en HAN son los siguientes:

a) Plásticos:

- Bolsas plásticas de productos de limpieza y alimenticios, comunes, principalmente.
- Botellas de jugos, refrescos, medicamentos.
- Envases de sueros, medicamentos, productos de limpieza, productos alimenticios

- Sondas (suero, sangre).
- b) Tela:**
 - Restos de ropas de pacientes y restos propios de hospital (sábanas, gabachas, principalmente)
 - Restos de gasas, vendas
- c) Papel:**
 - Restos de papelería de oficinas
 - Cartón
 - Empaques de medicamentos
 - Papel encerado
 - Papel higiénico
- d) Aluminio:**
 - Latas de jugos, gaseosas
- e) Orgánico:**
 - Restos de jardinería
 - Restos de cocina y cafeterías
- f) Vidrio:**
 - Envases de medicamentos (inyecciones, jarabes)
 - Botellas de jugos y gaseosas
- g) Cortopunzantes:**
 - Bisturís
 - Agujas
 - Restos de vidrios
- h) Restos patológicos**
 - Restos humanos (placentas y partes humanas)
- i) Otros:**
 - Cuero (restos de zapatos y fajas)
 - Apósitos (toallas sanitarias, restos de algodón)

9.2.7 Composición física de los tipos de DSH (Kg/día) producidos en el HAN

9.2.7.1 Composición física de los tipos de DSH (Kg/día) producidos durante el periodo de muestreo

La composición física de los dsh durante la fase de muestreo se presenta en la tabla 9.14. Se puede observar que los componentes más abundantes durante la semana fueron los cortopunzantes, lo que representaron un total de 104.54 kg; tal y como se ha mencionado anteriormente, este tipo de desechos no se recolectan diariamente, sino que dos veces por semana (lunes y viernes), por lo que no son comparables con el resto de componentes. En segundo lugar, los restos patológicos representaron un total 75.23 kg, mientras que los desechos orgánicos significaron 25.91 kg en los siete días de muestreo.

Figura 9.1. Pesaje de desechos de aluminio

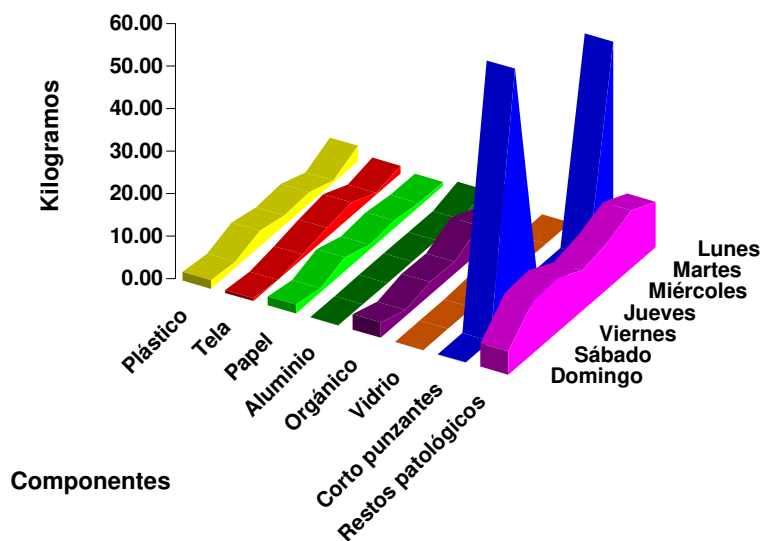


Los desechos sólidos hospitalarios que se produjeron en menor cantidad en el periodo de muestreo correspondieron al vidrio, aluminio y tela, con **0.71 Kg**, **2.15 Kg** y **9.37 Kg** respectivamente. En la Figura 9.1 Se observa el pesado del aluminio.

Tabla 9.14. Composición física de los tipos de DSH (Kg/día) producidos en el HAN durante el periodo de muestreo

Componentes de DSH (Kg)	DÍAS DE PRÁCTICA							Total (Kg/día)	Promedio
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
Plástico	3.64	0.45	2.73	2.27	3.64	1.36	2.05	16.14	2.31
Tela	1.82	0.45	3.18	2.27	0.97	0.00	0.68	9.37	1.34
Papel	0.91	0.91	1.82	1.14	3.18	0.91	2.05	10.92	1.56
Aluminio	1.88	0.03	0.06	0.06	0.03	0.03	0.06	2.15	0.31
Orgánico	4.55	3.64	6.36	2.95	3.18	1.59	3.64	25.91	3.70
Vidrio	0.00	0.00	0.23	0.45	0.00	0.03	0.00	0.71	0.10
Corto punzantes	45.45	0.00	0.00	0.00	59.09	0.00	0.00	104.54	14.93
Restos patológicos	10.68	13.64	10.91	9.55	12.73	12.27	5.45	75.23	10.75
TOTAL								244.97	35.00

Gráfico 9.9. Composición física de los tipos de DSH (Kg/día) producidos en el HAN durante el periodo de muestreo



9.2.7.2 Composición física (Kg) de los tipos de DSH durante la validación de datos

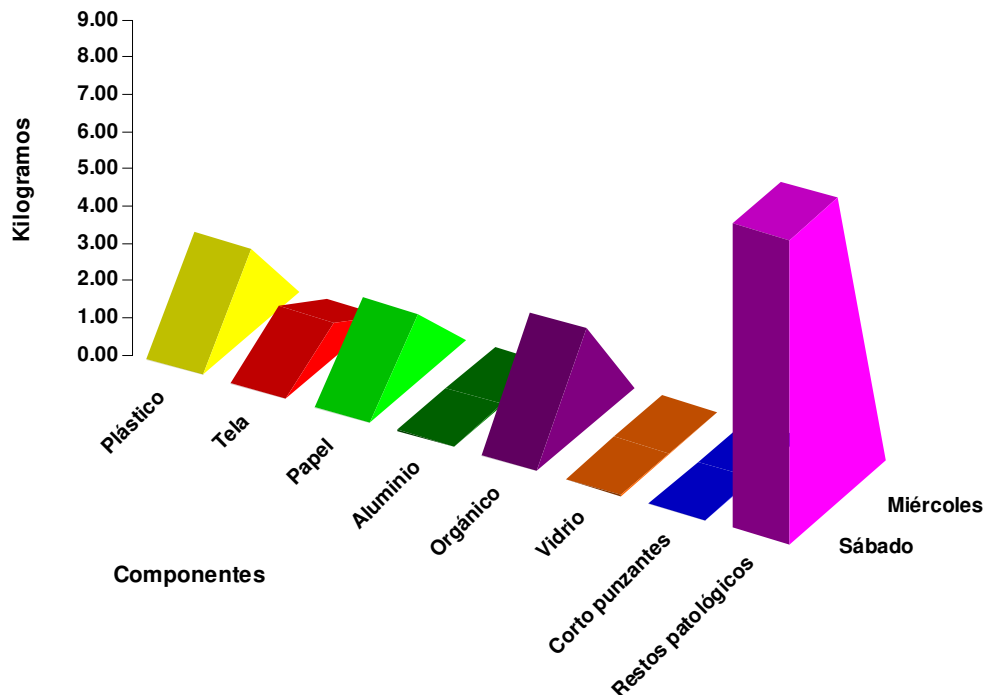
En el caso de los resultados obtenidos de la validación de los datos son los restos patológicos los mayores constituyentes con **16.36 Kg**, debido a que durante este periodo no se tuvieron datos de desechos cortopunzantes por no coincidir con los días de recolección. Los desechos orgánicos se registraron como el segundo grupo con mayor composición física **2.73 Kg**, coincidiendo con los resultados obtenidos en el periodo de muestreo.

Los componentes de menor producción fueron los restos de aluminio y vidrio, pues se registró una producción de **0.06 Kg** en ambos y la tela con **0.94 Kg**. Al igual que en el periodo muestreo, éstos fueron los componentes con menor composición física registrada. Los resultados se presentan en la tabla 9.15.

Tabla 9.15. Composición física total de los DSH (Kg/día) durante la validación de datos

Componentes de DSH en Kg	Días de práctica		Total (Kg/día)	Promedio
	Miércoles	Sábado		
Plástico	2.27	0.00	2.27	1.14
Tela	0.94	0.00	0.94	0.47
Papel	1.82	0.00	1.82	0.91
Aluminio	0.03	0.03	0.06	0.03
Orgánico	2.73	0.00	2.73	1.36
Vidrio	0.03	0.03	0.06	0.03
Corto punzantes	0.00	0.00	0.00	0.00
Restos patológicos	8.18	8.18	16.36	8.18
TOTAL			24.23	12.12

Gráfico 9.10. Composición física total de los DSH (Kg/día) durante la validación de datos



9.2.7.3 Composición física (%) de los DSH durante el periodo de muestreo

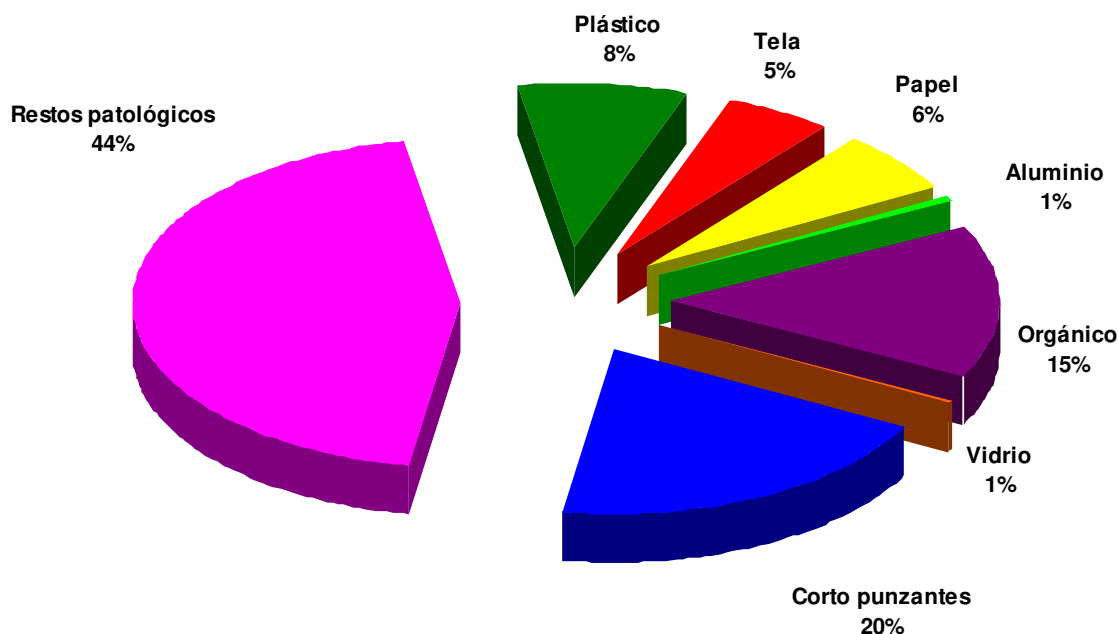
El porcentaje promedio de los componentes sólidos hospitalarios producidos en el HAN se presenta en la tabla 9.16. El mayor porcentaje correspondió a los restos patológicos (**44.48 %**) y a los cortopunzantes (**19.61 %**). Los componentes con menor porcentaje promedio fueron el aluminio (**0.58 %**) y el vidrio (**0.51 %**).

Los cortopunzantes según la tabla 9.16 constituyen el segundo grupo de desechos sólidos hospitalarios con mayor porcentaje, pero tal y como se explicó anteriormente, estos componentes solamente se extrajeron dos veces por semana durante el periodo de muestreo por lo tanto no son comparables con el resto de componentes.

Tabla 9.16. Composición física de los DSH expresada en porcentaje durante el periodo de muestreo

Componentes de DSH en %	Días de práctica							Promedio
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Plástico	5.28	2.38	11.19	12.16	4.39	8.42	14.69	8.36
Tela	2.64	2.38	13.05	12.16	1.17	0.00	4.90	5.18
Papel	1.32	4.75	7.46	6.08	3.84	5.62	14.69	6.25
Aluminio	2.72	0.15	0.23	0.30	0.07	0.18	0.41	0.58
Orgánico	6.60	19.02	22.38	15.81	3.84	9.80	26.12	14.80
Vidrio	0.00	0.00	0.93	2.43	0.00	0.18	0.00	0.51
Corto punzantes	65.95	0.00	0.00	0.00	71.33	0.00	0.00	19.61
Restos patológicos	15.50	71.32	44.76	51.06	15.36	75.81	39.18	44.71
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Gráfico 9.11. Composición física de los DSH expresada en porcentaje durante el periodo de muestreo



9.2.7.4 Composición física (%) de los DSH durante la validación de datos

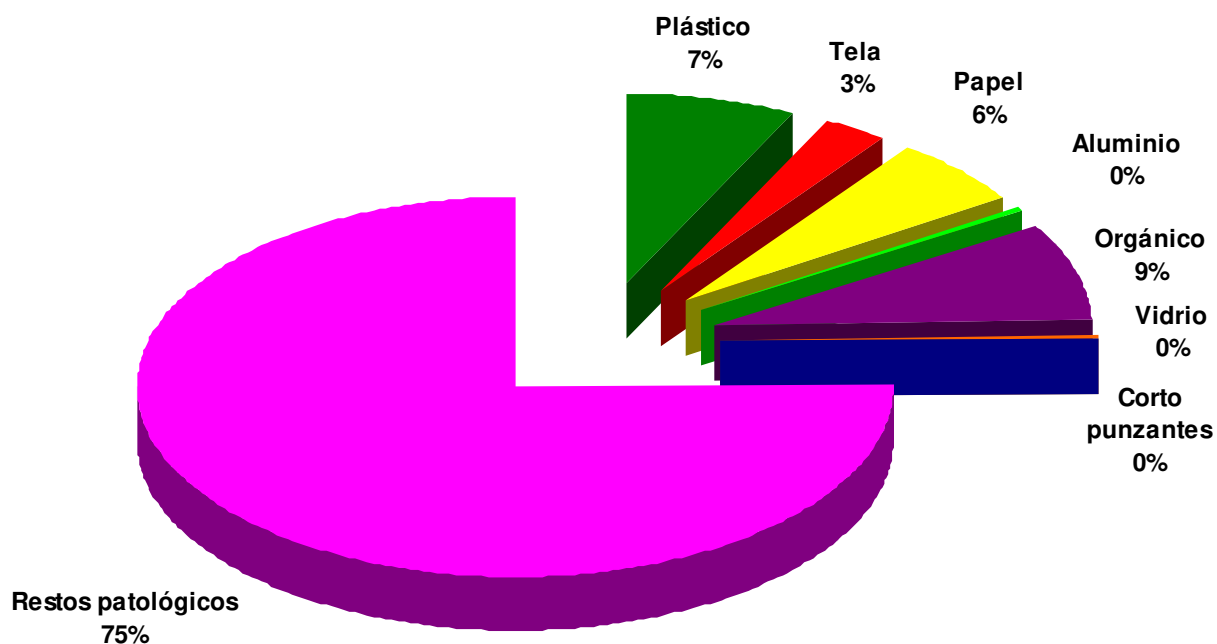
En el periodo de validación de datos se encontró que al igual que en el periodo de muestreo, los componentes con mayor porcentaje promedio fueron los restos patológicos con **75.23 %**, de igual manera, los desechos sólidos hospitalarios de menor porcentaje fueron el vidrio (**0.26 %**) y aluminio (**0.26%**). No se registraron datos de desechos de cortopunzantes debido a que los días de validación no coincidieron con los días en que se extraen este tipo de desechos del hospital. Los resultados se presentan en la tabla 9.17 y en el gráfico 9.12.

Otros componentes presentes en menor porcentaje fueron la tela y el papel, correspondiendo a **2.93 %** y **5.68 %** respectivamente.

Tabla 9. 17. Composición física de los DSH expresada en porcentaje durante la validación de datos

Componentes de DSH en %	Días de práctica		Promedio
	Miércoles	Sábado	
Plástico	14.21	0.00	7.10
Tela	5.86	0.00	2.93
Papel	11.37	0.00	5.68
Aluminio	0.18	0.34	0.26
Orgánico	17.05	0.00	8.53
Vidrio	0.18	0.34	0.26
Corto punzantes	0.00	0.00	0.00
Restos patológicos	51.15	99.31	75.23
TOTAL	100.00	100.00	100.00

Gráfico 9. 12. Composición física de los DSH expresada en porcentaje durante la validación de datos



9.2.8 Densidad (Kg/m^3) promedio/día de los DSH generados en el HAN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la densidad promedio por día de los diferentes desechos sólidos hospitalarios (plástico, tela, papel, aluminio, orgánico, vidrio, cortopunzantes y restos patológicos) durante los periodos de muestreo y validación de datos.

9.2.8.1 Densidad (Kg/m^3) promedio/día de los DSH generados durante el periodo de muestreo

La densidad promedio por día de los desechos sólidos hospitalarios registrada en el HAN durante el periodo de muestreo fue variable. En la tabla 9.18 se observa que los desechos sólidos hospitalarios con mayor densidad promedio por día fueron los desechos patológicos, los que representaron **315.47 Kg/m^3** .

Los desechos sólidos hospitalarios con menos densidad fueron el vidrio cuyas cantidades encontradas y expresadas en kilogramos fueron despreciables, por lo que al calcular su densidad ésta dio un resultado de **0.00 Kg/m^3** , estos resultados se relacionan con el hecho de que el tipo de vidrio encontrado correspondió a algunos frascos de ampollas y a pequeños trozos de los mismos que estaban contenidos en algunas bolsas con los demás tipos de desechos sólidos generados en las salas de atención a pacientes, debido a que tal y como se ha mencionado en diferentes ocasiones, los desechos cortopunzantes incluidos los casquetes se segregan por aparte. El segundo tipo de residuos con menos densidad promedio fue el aluminio con **5.97 kg/m^3** , en este tipo de residuos lo que más se encontró fueron latas de jugos y bebidas gaseosas, las que en su mayoría son producidas por los visitantes y personal del hospital, más que por los pacientes.

En este periodo, la densidad promedio por día de los desechos sólidos hospitalarios, representó un total **509.51 Kg/m^3** .

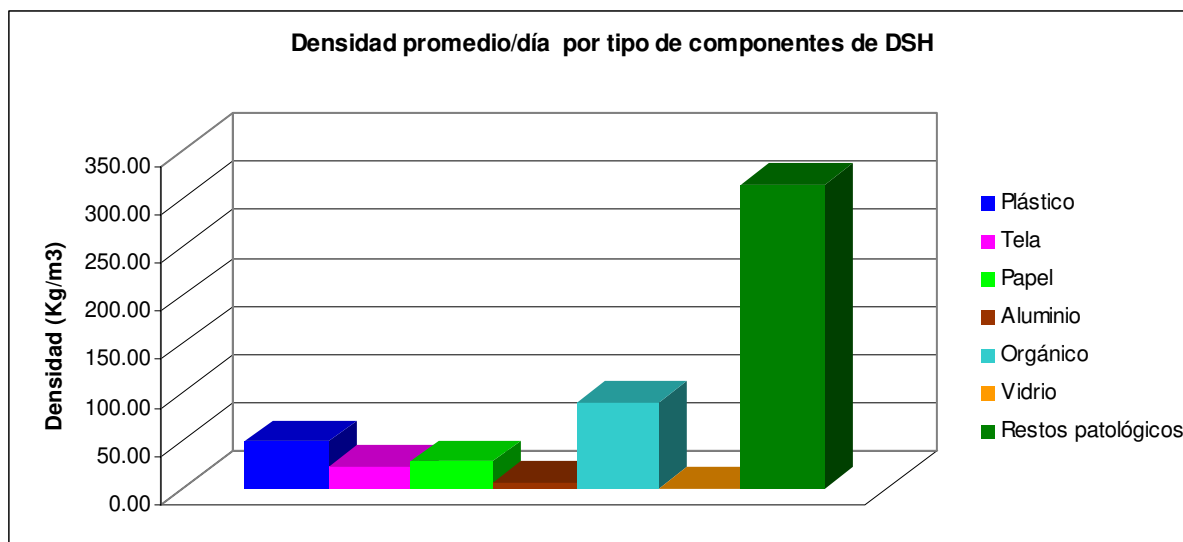
Para efectos de comparación en este caso, los desechos cortopunzantes no se tomaron en cuenta, debido a que no se tienen datos en el periodo de validación.

Tabla 9. 18. Densidad (Kg/m³) promedio/día por tipo de componentes de los DSH generados en el HAN durante el periodo de muestreo

Tipo de componentes de los DSH	Días de práctica							Promedio Kg/m ³ /día
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Plástico	83.59	0.00	55.73	41.80	83.59	27.86	48.76	48.76
Tela	27.86	0.00	69.66	41.80	13.93	0.00	6.97	22.89
Papel	13.93	13.93	27.86	6.97	69.66	13.93	48.76	27.86
Aluminio	41.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.97
Orgánico	111.45	97.52	139.32	62.69	69.66	41.80	97.52	88.57
Vidrio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Restos patológicos	313.41	404.13	320.46	278.77	376.24	362.14	153.11	315.47
TOTAL								509.51

En el gráfico 9.13 se puede observar con mayor claridad la diferencia entre la densidad promedio por día por cada tipo de desecho sólido hospitalario observado durante el periodo de muestreo.

Gráfico 9.13. Densidad (Kg/m³) promedio/día de los componentes de los DSH generados en el HAN durante el periodo de muestreo



9.2.8.2 Densidad (Kg/m^3) promedio/día de los DSH generados durante el periodo de validación

Al igual que durante el periodo de muestreo, la densidad promedio por día registrada durante la validación de datos fue variable. En la tabla 9.19 se presentan los valores obtenidos por tipo de desecho sólido. Se observa que durante el día sábado las densidades registradas de éstos desechos es **0.00 kg/m^3** , a excepción de los desechos patológicos (**236.78 kg/m^3**), esto es debido a que las cantidades obtenidas en kilogramos fueron demasiado pequeñas, por lo que la densidad de los mismos es prácticamente nula, como sucedió en algunos casos durante el periodo de muestreo. Sin embargo, la densidad promedio por día en este periodo es similar al periodo de muestreo y los desechos sólidos hospitalarios con mayor densidad promedio por día fueron los desechos patológicos con **236.78 kg/m^3** , y los desechos sólidos hospitalarios con menos densidad fueron el aluminio y vidrio con **0.00 kg/m^3** cada uno. En este caso, también no se registraron los desechos cortopunzantes, debido a que como se ha mencionado en otras ocasiones, éstos desechos solamente son recolectados los días lunes y viernes, no coincidiendo con los días en que se llevó a cabo la validación de datos, es decir, que sólo se pueden validar todos los resultados de los diferentes tipos de desechos a excepción de los cortopunzantes.

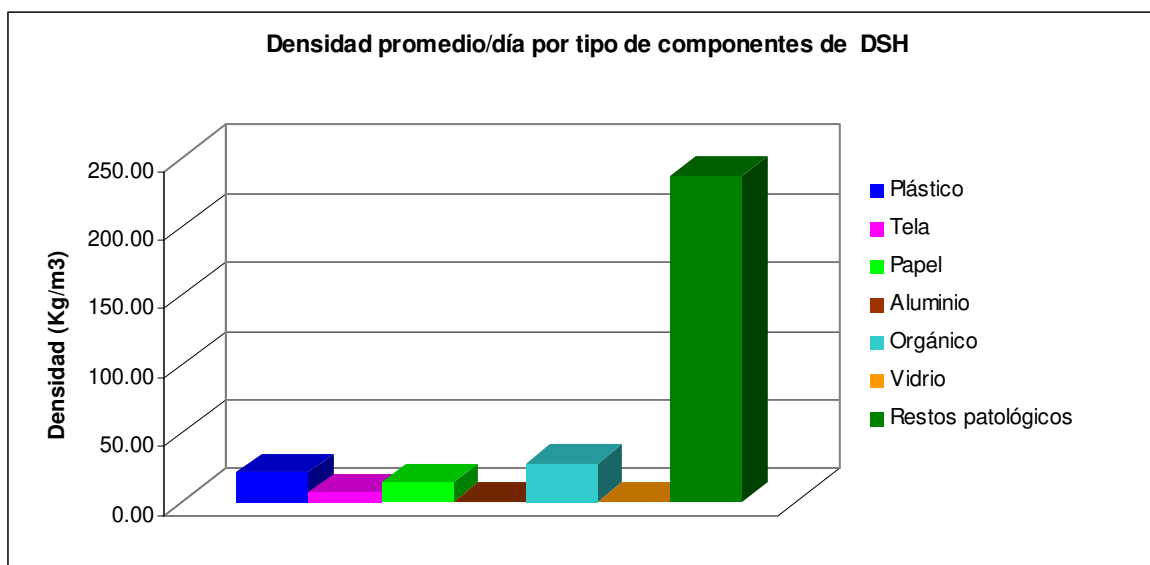
En este periodo la densidad de los desechos sólidos hospitalarios fue de **306.44 Kg/m^3** en total. Se puede afirmar entonces, que los datos de densidad promedio por día obtenidos durante el periodo de validación, son similares a los obtenidos en el periodo de muestreo.

Tabla 9.19. Densidad (Kg/m^3) promedio/día por tipo de componentes de los DSH generados en el HAN durante el periodo de validación

Tipo de componentes de los DSH	Días de práctica		Promedio/día
	Miércoles	Sábado	
Plástico	41.80	0.00	20.90
Tela	13.93	0.00	6.97
Papel	27.86	0.00	13.93
Aluminio	0.00	0.00	0.00
Orgánico	55.73	0.00	27.86
Vidrio	0.00	0.00	0.00
Restos patológicos	236.78	236.78	236.78
TOTAL			306.44

El gráfico 9.14 muestra con mayor claridad la diferencia entre la densidad promedio por día por cada tipo de desecho sólido hospitalario obtenido durante el periodo de validación de datos.

Gráfico 9.14. Densidad (Kg/m^3) promedio/día de los componentes de los DSH generados en el HAN durante el periodo de validación



Según Tchobanoglous (1997), los residuos sólidos hospitalarios caben dentro de la fuente de generación institucional, cuyos tipos de residuos sólidos comprenden el papel, cartón, plástico, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos de jardín, residuos peligrosos, etc. La densidad o peso específico de los residuos sólidos en general, son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados.

Tabla 9. 20. Datos típicos sobre la densidad o peso específico para residuos institucionales

Tipos de residuos	Peso específico (Kg/m ³)	
	Rango	Típico
Residuos de comida (mezclados)	131 - 481	291
Papel	42 - 131	89
Plásticos	42 - 131	65
Residuos de jardín	59 - 225	101
Vidrio	160 - 481	196
Aluminio	65 - 240	160

Fuente: Tchobanoglous, 1997

De acuerdo con los rangos establecidos por Tchobanoglous (1997) en la tabla anterior, los residuos típicos (plástico, papel, aluminio, vidrio, residuos orgánicos de comida y jardín) generados en el Hospital Alemán Nicaragüense están por debajo de éstos rangos, según los datos obtenidos tanto en el periodo de muestreo, como en el periodo de validación. Lo que puede ser debido a factores geográficos y los distintos climas, que afectan las cantidades generadas de algunos tipos de componentes de los DSH, así como el grado de desarrollo del país en estudio de la referencia bibliográfica.

9.3 Gestión operativa interna de los DSH en el Hospital Alemán Nicaragüense

A continuación se describe la manera en que se realiza la gestión operativa interna de los DSH en el HAN al momento de la realización de este estudio, así como los problemas identificados en cada paso de este proceso.

9.3.1 Gestión operativa interna de los DSH en el HAN y problemas identificados

Con el propósito de brindar una introducción al tema de la gestión operativa de los Desechos Sólidos Hospitalarios (DSH), se cita que la gestión operativa interna de los DSH se define como el conjunto de actividades que se desarrollan desde que se generan los desechos hasta su tratamiento y disposición final (ALA 91/33. Gestión operativa interna de los DSH. Módulo 3, 1998).

La gestión operativa interna es la parte que se refiere al flujo de operaciones desarrolladas al interior de las Instalaciones de Salud. Su éxito depende principalmente de:

- El apoyo y compromiso de las autoridades competentes (Ministerio de Salud y dirección de la Instalación de salud).
- La motivación del personal involucrado.
- El desarrollo permanente de actividades de capacitación.
- La disponibilidad de los recursos necesarios.

Los directores, médicos y supervisores son los principales responsables de asegurar que todos los trabajadores de salud reciban cursos de entrenamiento y actualización con el propósito de familiarizarlos con dichos procedimientos (ALA 91/33. Gestión operativa interna de los DSH. Módulo 3, 1998).

El tema de la gestión operativa interna de los DSH fue abordado con más profundidad en el apartado de revisión de literatura, en el acápite 6.12 de esta tesis.

El HAN posee su propio Sistema de Gestión Operativa Interna de DSH, el que está a cargo del Subcomité de Desechos Sólidos Hospitalarios, de éste depende el área de servicios generales a través del Departamento de Ornato y Limpieza. Este cuenta con una dirección, 32 afanadoras y 5 jardineros, que se distribuyen las labores en dos turnos rotativos por día, de lunes a viernes y un turno por día los fines de semana.

El Subcomité de Desechos Sólidos Hospitalarios del HAN esta compuesto por: 1 director, 13 jefas de las unidades de atención, jefa de Ornato y Limpieza, jefa de Lavandería y el jefe de Epidemiología. Este comité realiza labores tales como:

- Compra de materiales de limpieza.
- Establecer las rutas de recolección de los DSH.
- Coordinar el Departamento de Ornato y Limpieza.
- Capacitación del personal de limpieza, médicos y enfermería en el tema de los DSH.
- Gestiones referentes a necesidades concernientes al tema.
- Entren Otras.

A pesar de las muchas limitantes económicas y problemas que enfrenta el Subcomité de desechos sólidos del HAN, para llevar a cabo la gestión operativa interna de sus desechos sólidos, anualmente desarrollan talleres de capacitaciones para todos los trabajadores del éste hospital, con la finalidad de que sus trabajadores estén informados sobre la importancia del manejo adecuado de los DSH.

A continuación se describe el conjunto de operaciones sistemáticas de la gestión operativa interna de los DSH que se realiza en el HAN.

9.3.1.1 Segregación de los DSH en el HAN

Antes de dar una descripción de lo que es la segregación de los DSH en el HAN, debe darse una referencia de lo que abarca el término de la segregación: Esta consiste en separar y colocar en el contenedor adecuado cada desecho, de acuerdo a sus características y su peligrosidad.

La segregación es el primer escalón de un sistema complejo: de su buen funcionamiento depende el éxito o el fracaso del proceso de manejo en su conjunto. Si bien la responsabilidad por la seguridad recae principalmente en los directores, supervisores y médicos a cargo de los diferentes servicios, la segregación es realizada en un 80% por los médicos, el personal de enfermería y el personal de servicios auxiliares. Estos tres niveles de trabajadores hospitalarios son los más expuestos a riesgos de accidentes derivados de un mal manejo de los DSH/P.

Por tal motivo, ellos son los primeros que deben ser sensibilizados, para que tomen conciencia del riesgo ocupacional y cómo éste disminuye en relación directa con un mejor manejo de los DSH/P.

Con relación al periodo de muestreo y a los días de validación de datos en el HAN, se observó que en todas las salas existe segregación parcial de algunos DSH. En el caso los desechos cortopunzantes, estos son puestos en recipientes plásticos rotulados y separados del resto de desechos sólidos, según el director del Comité de Desechos Sólidos y del personal de limpieza. Los demás desechos sólidos son recolectados en bolsas plásticas de color rojo, donde se depositan todos los desechos generados en las salas.

Se afirma que existe segregación parcial de los desechos sólidos, debido a que en las bolsas donde se depositan estos desechos, se encontraron algunas jeringas, agujas, casquetes de vidrio, principalmente.

Los desechos patológicos (placentas) que se generan en la sala de labor y parto, si son separados del resto de los desechos sólidos, debido a que son puestos en contenedores provistos de bolsas plásticas y en ningún momento se mezclan con los demás desechos, tal y como se puede apreciar en la figura 9.2.



Figura 9.2. Restos patológicos (placentas) generadas en la sala de labor y partos del HAN durante el periodo de muestreo.

9.3.1.2 Etiquetado

Consiste en colocar la etiqueta correspondiente en cada envase que contenga desechos peligrosos, una vez que éste haya sido sellado. Según el programa ALA 91/33 un sistema eficiente de etiquetado es fundamental para evitar accidentes y riesgos para el personal que maneja los desechos después del proceso de segregación.

En el HAN no existe un sistema de etiquetado como tal de los desechos sólidos. En los puntos de recolección de los desechos generados en las diferentes salas, existen contenedores plásticos tipo barriles debidamente rotulados para los demás desechos, donde se lee claramente: **desechos comunes** en unos recipientes y **desechos patológicos** en otros, con el fin de realizar la segregación, pero no se les da el uso adecuado. Otros recipientes que se rotulan son algunos donde se depositan los desechos cortopunzantes.

En el HAN la persona encargada de recolectar y transportar los desechos corto punzantes mantiene el control visual de los mismos hasta el lugar de disposición final interna donde son depositados en el patio en barriles metálicos y luego se procede a su incineración, sin ser mezclados con los demás desechos.

9.3.1.3 Acumulación de los DSH

En el HAN se realiza un solo procedimiento de acumulación de los DSH generados en las salas de atención, sin haber diferencia entre las salas de mayor producción con las de menor producción, o sea que no está definido por la cantidad de DSH generada, sino basada en la recolección por turno y por parte del personal de limpieza. La acumulación primaria se da cuando se depositan los diferentes desechos en los recipientes provistos de bolsas plásticas existentes en cada sala de atención. El lugar de acumulación secundaria se efectúa en diferentes puntos, cada punto es común para varias salas y poseen barriles plásticos donde se depositan indistintamente las bolsas con los DSH generadas en las salas (como se muestra en la figura 9.3), aunque los barriles estén rotulados, tal y como se indicó anteriormente.

Figura 9. 3. Almacenamiento secundario de los DSH producidos en el HAN.



No se observó acumulación de desechos en las salas de atención, ni en los pasillos, pero si en el sitio de almacenamiento terciario (almacenamiento temporal) que depende de la Alcaldía de Managua.

En algunas ocasiones se observó que los barriles colocados para la acumulación secundaria en las salas como el quirófano, SAD, labor y partos no daban abasto para colocar todas las bolsas con desechos sólidos extraídas de estas salas, por lo que en ocasiones las bolsas eran depositadas en el suelo, permaneciendo ahí hasta que pasaba la persona encargada de la recolección. Esta situación se observó durante el turno de la mañana, debiéndose posiblemente a la acumulación de los desechos producto de la diferencia de horas entre el turno de la tarde del día anterior y el turno de la mañana correspondiente.

9.3.1.4 Recolección y transporte interno

En todas las salas de generación de DSH el personal de limpieza interna se encargaba de realizar la recolección de las bolsas de los depósitos primarios y sacarlas al exterior de las salas, para depositarlas en los barriles plásticos rotulados que funcionaban como depósitos secundarios. De aquí, las personas encargadas de la recolección las extraían en los diferentes turnos (dos de lunes a viernes entre las 6:00 y 8:00 am y uno sábado y domingo entre las 7:00 y 9:00 am) y las depositaban en un contenedor tapado y pequeño como el que se observa en la figura 9.4, donde se mezclaban todas las bolsas de desechos sólidos hospitalarios de todas las salas, patológicos y no patológicos para transportarlas al sitio de disposición temporal terciario.

Figura 9. 4. Recolección y transporte interno de los DSH en el HAN.



Las rutas que según la Jefa de Ornato y Limpieza del HAN, señora Julia Gazo (2004) se utilizaban para la recolección de los DSH se muestran en el **anexo 3**, pero de acuerdo con el recorrido hecho por el personal encargado y en compañía nuestra durante el periodo de muestreo y validación de datos para este estudio, en ambos turnos (mañana y tarde) pudimos observar que ésta ruta no coincidía con la facilitada.

Al consultar con la Jefa de Ornato y Limpieza sobre ésta situación, nos manifestó que debido a la remodelación que en ese momento se realizaba en la parte de los quirófanos, hubo la necesidad de utilizar una ruta provisional. En el **anexo 4** se muestra la ruta provisional seguida durante este estudio.

Uno de los principales problemas encontrados con relación a la ruta provisional utilizada en ese momento, fue que los contenedores cargados con los desechos pasaban primero por las salas de atención a pacientes: quirófanos, labor y partos, ginecología y después pasaban por sitios vulnerables a la contaminación, como eran el área de cocina, lavandería y oficinas, además por salas donde se encontraban pacientes en recuperación, tales como cirugía de mujeres y varones, pediatría e incluso por los pasillos donde se encontraban pacientes o personas visitantes, exponiéndolos a diferentes tipos de riesgos y obstruyendo la circulación. Comparando lo anterior con la con la literatura consultada (acápite 8.7 de esta tesis), la forma en que se transportaban los desechos sólidos en el HAN no cumplía con los requisitos básicos para este tipo de desechos.

Otro de los problemas observados fue la mezcla de desechos peligrosos con los comunes, debido a que como se mencionó anteriormente, primero se pasaba por salas que generaban desechos peligrosos y luego por sitios que generaban desechos comunes, mezclando ambos tipos de desechos porque en algunas ocasiones las bolsas se rompían o no estaban amarradas lo que facilitaba el contacto de ambos tipos de desechos, convirtiendo así a los desechos comunes en potencialmente peligrosos. Además de lo anterior, cuando la cantidad de desechos era abundante, se sobrecargaban los contenedores de transporte, lo que no permitía cerrarlos para transportarlos de manera más segura al sitio de acumulación temporal. En la figura 9.4 se muestra la manera en que se realizaba el transporte los desechos sólidos en el HAN al momento de realizar este estudio.

La falta de cumplimiento de las normas de bioseguridad fue otro problema identificado en el manejo de los DSH en el HAN. La literatura consultada (acápite 7.8) expone una serie de requisitos que deben cumplirse alrededor del manejo seguros de los DSH. Algunas faltas a las normas de bioseguridad observadas fueron las siguientes:

- El equipo de protección utilizado por el personal encargado de la recolección, no era el más apropiado para el manejo de este tipo de desechos. En primer lugar se observó que ropa utilizada durante la recolección de los desechos era la misma utilizada para realizar todas las labores del día, incluso era la misma ropa con la que se iban a sus casas, los zapatos también eran los mismos utilizados para las labores varias y los mismos con los que iban a sus casas, exponiendo a peligros de contaminación a las personas cercanas a estos trabajadores.
- Los delantales utilizados eran delantales de cuero para jardinería y no plásticos según lo recomendado; no siempre se utilizaban los guantes apropiados de manera apropiada, al parecer existía carencia de este tipo de equipo de protección, por lo que si un jardinero los utilizaba, el encargado de la recolección de los desechos tenía que usar guantes de látex.
- No siempre se hizo uso de mascarillas y protectores oculares por parte del personal recolector.

- El uso indistinto de bolsas de color rojo para todo tipo de desechos no permitía saber cuales eran materiales contaminados y cuales no. Alrededor de este caso, durante el periodo de muestreo se presentó una situación de suma peligrosidad, como fue el hecho de haber mezclado una bolsa etiquetada con el signo de bioinfeccioso y que contenía material altamente peligroso con el resto de desechos recolectados y haberla llevado al sitio de acumulación temporal del hospital.
- La mezcla de todo tipo de desechos fue otra de las faltas a las normas de bioseguridad hospitalaria, así como vaciar desechos de un recipiente a otro.
- En más de una ocasión se observaron bolsas conteniendo agua de curaciones mezcladas con las bolsas de desechos sólidos, las que al ser transportadas iban derramando el agua, porque al parecer se daba una filtración en el recipiente transportador.
- En algunas ocasiones, los recolectores introducían sus manos dentro de los recipientes para comprimir los desechos para lograr llevar más cantidad de desechos y no tener que hacer otra recolecta. Con esta acción se exponían a peligros potenciales de sufrir chuzones, cortaduras y contaminarse por el contacto con material peligroso.

9.3.1.5 Almacenamiento temporal terciario o sitio de disposición final interna de los DSH producidos en el HAN

El lugar de almacenamiento temporal terciario de los DSH o estación de transferencia con que se contaba en el HAN al momento de la realización del muestro estaba ubicado al nort-este del estacionamiento, en la parte trasera del hospital, a una distancia prudencial de las salas de atención más cercana como es Emergencia y consistía en un contenedor de basura grande y sin techo de los que utiliza la Alcaldía de Managua en algunos barrios para almacenamiento temporal de los desechos sólidos (ver figura 9. 5).



Figura 9. 5. Sitio de almacenamiento terciario temporal de los DSH en el HAN.

Este sitio de almacenamiento temporal interno o estación de transferencia no cumple con los requisitos recomendados, según la literatura consultada (acápite 7.6.3 de esta tesis), debido a que en primer lugar era un sitio a cielo abierto, estando expuestos los desechos a la radiación solar, lo que puede ocasionar que los desechos alcancen altas temperaturas en las horas más calientes, también se dan las condiciones para la proliferación de insectos, plagas y pájaros, además permitía que los perros callejeros llegaran a escarbar los desechos, rompiendo las bolsas en busca de comida y dejando expuestos los restos al aire libre (ver figura 9. 6), algunos de los cuales son arrastrados por el viento a diferentes direcciones. En ningún lugar se observaron señales de precaución, que advirtieran la peligrosidad del sitio.



Figura 9. 6. Sitio de almacenamiento terciario temporal de los DSH del HAN donde se observa el acceso que tienen los animales a éste (indicado en el círculo).

9.3.1.6 Recolección y transporte externo de los DSH en el HAN

a- Recolección y transporte externo por parte de la Alcaldía de Managua

La alcaldía de Managua es la responsable del traslado externo de los DSH generados en el HAN al igual que en otros de los hospitales de la capital. En el HAN se nos informó que se contaba con un periodo de recolección de los DSH de cada 3 días, según la responsable del Área de Ornato y Limpieza del hospital.

Durante el muestreo y validación datos se observó que la Alcaldía de Managua no cumple con la recolección de los desechos las tres veces por semana. En la semana de muestreo solamente cumplió dos veces, por lo que se dio una gran acumulación de desechos, tanto que además de llenarse el contenedor grande, hubo necesidad de llenar barriles y recipientes que estaban el área, también se tuvieron que almacenar bolsas en el suelo.

Debido al tipo de recipientes, a la forma de recolección que utilizaron los recolectores de la Alcaldía de Managua, se propició la dispersión de los desechos sólidos en el área, lo que expuso a peligros de contaminación a los trabajadores, tanto de la Alcaldía como del hospital (Ver figuras 9.7 y 9.8). Esta situación fue visible durante la realización de este estudio.

b- Recolección y transporte externo por parte del HAN

No existe recolección y transporte externo por parte del hospital, pero el Sub-comité de Desechos Sólidos de este centro hospitalario realiza gestiones ante la Alcaldía de Managua para que llegue el camión recolector, en los periodos correspondientes y en aquellos casos en que el contenedor temporal se encuentre totalmente lleno y el camión recolector de la Alcaldía no se haya presentado todavía.



Figuras 9.7 y 9.8. Recolección externa de los DSH del HAN por parte de la Alcaldía de Managua.

9.3.1.7 Sistema de tratamiento y disposición final de los DSH producidos en el HAN

A los DSH generados en el HAN le son aplicados dos procedimientos o sistemas de tratamiento y disposición final: **El primero** consiste en la quema de los objetos cortopunzantes los que luego de su recolección son quemados en una fosa dentro de un medio barril metálico (ver figuras 9.9 y 9.10), de las cuales el consumo es casi parcial (la parte plástica) las agujas subsisten casi intactas sólo que esterilizadas según se muestra en la figura 9.11, y posteriormente son enterradas en un patio ubicado en la parte trasera del hospital, donde se encuentra ubicado actualmente el incinerador que está en mal estado (ver figura 9.12).



Figura 9. 9. Preparación de DSH cortopunzantes para incinerar.



Figura 9.10. Incineración de los DSH cortopunzantes.



Figura 9.11. Restos de los DSH cortopunzantes después de ser incinerados. En la fotografía se puede observar que la incineración de estos desechos es parcial, muchos son los elementos que quedan intactos después de este tipo de tratamiento.



Figura 9.12. Patio trasero del HAN donde se cavan fosas para enterar los restos humanos y cortopunzantes generados en las diferentes salas de atención a pacientes del hospital. Es este mismo patio se encuentra ubicado el incinerador en mal estado, tal y como se muestra en esta figura.

Uno de los problemas identificados con el sistema de incineración de los objetos cortopunzantes, es que no se logra una incineración total de estos desechos, la literatura consultada afirma que con un proceso de tratamiento por incineración, debe lograrse una reducción de volumen de los desechos del 85 al 95%. La figura 9.11 muestra los resultados de la incineración de los objetos cortopunzantes, donde se observa que muchos de estos elementos quedan intactos después del tratamiento y se observa poca reducción del volumen.

El segundo tratamiento aplicado en el HAN es a los restos patológicos (placentas), el que consiste en el traslado de estos restos una vez que se han retirado diariamente a las 5 de la mañana (tal y como se expuso anteriormente) y se llevan hasta el patio trasero (el mismo donde se entierran las agujas luego de su incineración), donde se cavan fosas de dimensiones aproximadas (un metro de ancho por tres de largo y uno de profundidad) y se entierran (figura 9. 13). Este mismo tratamiento lo reciben otros restos patológicos como son las partes humanas y los óbitos que no son reclamados por sus familiares. Cuando se trata de cadáveres que no son retirados por ningún familiar y pasa de

los 30 días, el hospital realiza gestiones ante la alcaldía para darle entierro en algún cementerio de la capital.



Figura 9.13. Parte de las fosas cavadas para enterrar los restos patológicos y cortopunzantes. Estas fosas eran cavadas en el patio trasero del HAN.

Como se muestra en la figura 9.13 unos de los problemas identificados en ese tratamiento, es que en ocasiones se realiza muy superficial el entierro lo que es peligroso ya que el lugar es a cielo abierto y accesible a que animales (perros, gatos, aves, etc.), los pueden desenterrar los restos, quedando expuestos al medio por lo que se convierten en foco de proliferación de moscas, roedores y por lo tanto provocan contaminación ambiental.



Figura 9. 14. Patios traseros del HAN donde se realizan los entierros de los DSH/P.

Otro problema es el hecho de que el entierro de las placentas se haga con las bolsas plásticas, debido a que el material plástico tarda mucho tiempo en degradarse, esto ocasiona que los restos patológicos no se degraden rápidamente y al ser desenterrados por los animales provocan malos olores en el medio (ver figura 9.15).

Figura 9.15. Se observa el entierro de las placentas en bolsas plásticas.



9.3.1.8 Posibles riesgos e impactos ambientales relacionados con la gestión operativa interna de los DSH en el HAN

El inadecuado manejo de los residuos sólidos hospitalarios tiene impactos ambientales negativos que se evidencian en la segregación, almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte y disposición final. Las consecuencias de estos impactos no sólo afectan la salud humana sino también a la atmósfera, el suelo y las aguas superficiales y subterráneas; a lo cual se suma el deterioro estético del paisaje natural y de los centros urbanos. Debido a que tradicionalmente la prioridad de un centro de salud ha sido la atención al paciente, se ha restado importancia a los problemas ambientales que podría causar, creándose en muchos casos un círculo vicioso de enfermedades derivadas del mal manejo de los DSH.

Un mal manejo de desechos puede facilitar la transmisión de enfermedades intrahospitalarias, causando un aumento en el número de días de hospitalización, en los costos de tratamiento y en la mortalidad intrahospitalaria.

La manipulación de estos desechos, incrementa el riesgo para el trabajador hospitalario encargado de la recolección de estos, que puede contaminarse la piel o las conjuntivas oculares, herirse con objetos cortopunzantes, inhalar aerosoles infectados o irritantes, o ingerir en forma directa o indirecta, el material contaminado.

Las heridas con cortopunzantes pueden transmitir virtualmente todo tipo de infección, aunque las más frecuentes son: hepatitis B y C (VHB), VIH/SIDA, malaria, leishmaniasis, tripanosomiasis, toxoplasmosis, criptococosis, infecciones por estreptococos y estafilococos.

Adicionalmente, las sustancias químicas y radioactivas utilizadas en los establecimientos de salud para el mantenimiento y desinfección de las instalaciones y para el tratamiento de los pacientes, tienen un riesgo químico importante.

Además, existe la posibilidad de que la exposición prolongada a contaminantes infecciosos y/o tóxicos, aunque sea a niveles bajos, pueda incrementar la susceptibilidad del personal de salud y de los pacientes, para desarrollar enfermedades preexistentes.

Todo este riesgo infeccioso y químico puede ser controlado mediante un manejo adecuado de los desechos hospitalarios (Salas, 1999).

9.4 Sistema de tratamiento actual para los desechos sólidos hospitalarios peligrosos aplicado en el HAN

Uno de los objetivos específicos de esta tesis de investigación era el de proponer un sistema de tratamiento para los desechos sólidos hospitalarios (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) que se generan en el HAN. Al momento de elaborar el protocolo de esta investigación y llevar a cabo el muestreo y la validación de datos, el HAN realizaba como sistema de tratamiento para los desechos patológicos el entierro en fosas y la quema a objetos cortopunzantes debido a que el incinerador que poseían se encontraba en mal estado; pero unos meses después adquirieron un incinerador nuevo que había sido solicitado al Ministerio de Salud, el que fue instalado y se encuentra funcionando desde el mes de enero del presente año y tiene capacidad para incinerar adecuadamente la cantidad de desechos patológicos generados diariamente en el HAN, según verificación hecha en el sitio y la información suministrada por el Dr. Trejos (2005). Ver figura 9.16.



Figura 9.16. Instalaciones del nuevo incinerador en el HAN.

Ante esta situación, el objetivo propuesto no pudo ser alcanzado, por lo que se propuso un Plan de manejo seguro y sistema de tratamiento alternativo y disposición final de los DSH generados en el HAN en caso de que el incinerador falle por algún motivo. Esta propuesta se aborda en el capítulo 9.5 del presente estudio.

Los datos de las características técnicas del nuevo incinerador, proporcionados por el Doctor Noé Trejos (2005), se presentan a continuación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INCINERADOR DE DSH DEL HAN

Modelo	: EG – 20 D
Residuos	: Tipo IV
Humedad	: 65 %
Densidad	: 0.6 dm ³ (decímetros cúbicos)
PCI	: 3,300 Kcal/Kg

A.- Cámara primaria (arriba)

Volumen	: 200 dm ³
Diámetro	: 800 mm
Longitud	: 1,400 mm
Temp. de funcionamiento	: 700°C
Aislante	: 100 mm de espesor
Diámetro	: 0.5 m de la puerta
Capacidad	: 15 / 20 Kg/h
Capacidad teórica	: 40,000 Kcal/h

B.- Cámara secundaria (abajo)

Volumen	: 200 dm ³
Diámetro	: 800 mm
Longitud	: 1,400 mm
Temp. de funcionamiento	: 1,100 / 1,200 °C

Otras características generales

Potencia del quemador	: 70,000 Kcal/h
-----------------------	-----------------

Cantidad de aire : 220 m³/h
Potencia eléctrica instalada : 600 W
Voltaje : 220 / 380 V
Peso conjunto : 2,100 Kg
Diámetro de chimenea : 4,000 mm
Consumo de combustible : 10 m³/h
Cantidad de partículas : Máximo 50 mgr / Nm³
Opacidad del humo No. 1 Pingelmann.
Incombustibles en escorias máximas 3% EAWAG
Contenido de oxígeno de los humos mínimo 6% Vol.
Contenido de dióxido de carbono de los humos máximo 100 ppm
Total ausencia de olores.

Debido a la adquisición de este incinerador, en marzo de 2005 se realizó una visita al HAN (10 de marzo 2005) con el objetivo de conocer si existían variaciones en cuanto al manejo de los DSH antes y después de la adquisición.

De acuerdo con la responsable del departamento de Ornato y Limpieza Sra. Julia Gazo Herrera (2005) los únicos desechos sólidos que están recibiendo tratamiento de incineración son los patológicos y los cortopunzantes, el resto de desechos continúan siendo tratados de igual manera en cuanto a la recolección, almacenamiento primario, secundario, transporte y almacenamiento temporal. De igual manera, siguen siendo recolectados por la Alcaldía de Managua una o dos veces a la semana.

Según el Doctor Trejos (2005), director del Subcomité de desechos sólidos del hospital, actualmente el incinerador no se está usando en toda su capacidad debido a diferentes dificultades con el manejo interno de los desechos patológicos y cortopunzantes.

Efectivamente los desechos patológicos están siendo incinerados, pero existen problemas relacionados con el almacenamiento primario de los mismos, debido a que no se segregan los desechos adecuadamente. En la sala de labor y partos se proveen bolsas plásticas con capacidad para

dos libras, cada placenta se deposita primero en una de éstas bolsas y luego se almacenan en otra más grande para ser retiradas. Se contrató a una persona para que se encargue del manejo de esos desechos, desde el retiro de la sala, hasta la incineración, ésta no se realiza diariamente sino que cada doce o quince días según la necesidad, por lo que adquirió un freezer con capacidad para 400 libras para almacenarlas.

Los desechos cortopunzantes no se están incinerando debido a que de acuerdo con el Doctor Trejos, responsable del Comité de Desechos Sólidos del HAN, estos desechos de mezclan con vidrio y se torna un problema, por lo que se les está dando el mismo tratamiento empleado antes de la adquisición del incinerador, es decir, se están quemando aparte en un medio barril instalado en el sitio de almacenamiento temporal.

De acuerdo con la información suministrada por el Director del Subcomité de desechos sólidos, cada vez que se usa el incinerador se consumen alrededor de 50 galones de diesel para incinerar las aproximadamente 400 libras de desechos patológicos almacenados en doce o quince días, el encargado de la incineración emplea de 6 a 8 horas de trabajo debido a que la incineración se hace se hace por turnos, en cada turno se queman de 30 a 40 libras de desechos.

Los problemas con los que se están enfrentando actualmente son debidos a que el combustible empleado (diesel) para el funcionamiento del incinerador tiene un alto costo y se consumen de 45 a 50 galones en las 6 u 8 horas que se usa.

9.5 Propuesta de plan de manejo integral y sistema de tratamiento alternativo y disposición final de los DSH generados en el HAN

9.5.1 Propuesta de plan de manejo seguro de los DSH

9.5.1.1 Presentación

De acuerdo con MARENA (2004), el manejo interno de los residuos hospitalarios en la mayoría de los centros asistenciales es inadecuado, entre otros, debido a que: no se realiza la segregación de los residuos en la fuente; se adolece de planes de capacitación para el personal médico y paramédico; no se cuenta con planes de manejo de los residuos al interior de los centros asistenciales; en muchos de

los hospitales la infraestructura para el almacenamiento interno se ubica cerca de los lugares de atención a los pacientes y carecen de mantenimiento; las administraciones no cuentan con recursos económicos para la adquisición de equipos de protección del personal y contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos; siendo notoria la ausencia de programas de reciclaje de algunos componentes. Aunque existe una normativa para el manejo de estos residuos (NTON 05 015 – 01 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS), la escasa divulgación en los centros médicos asistenciales de esta norma, no ha favorecido su aplicación práctica.

Otro aspecto importante a señalar es que en los pocos centros hospitalarios que poseen incineradores para el tratamiento de los residuos, su operación y mantenimiento es altamente deficiente por lo que en vez de contribuir a minimizar los riesgos de los residuos hospitalarios se constituyen ellos mismos en un riesgo para la salud de los pacientes, del personal médico y de la población general.

En el Plan de manejo seguro de los DSH que se propone para ser implantado en el HAN se abordan las debilidades del sistema actual de gestión interna de los desechos sólidos del hospital en estudio, se plantea además la principal oportunidad que representa el establecimiento de este plan, los alcances, objetivos y las estrategias de implementación, las alternativas del manejo integral de los DSH del HAN. Así mismo, se indican las principales acciones a desarrollar para cumplir con los objetivos planteados.

De igual manera, se espera que con el establecimiento de este plan, se logre desarrollar en el HAN un sistema de gestión interno adecuado a los desechos sólidos producidos, garantizando así la protección de la salud del personal involucrado, así como la protección al medioambiente.

9.5.1.2 Debilidades del manejo actual de los desechos sólidos hospitalarios y oportunidades del HAN

A) Debilidades

Los principales aspectos negativos observados durante este estudio en el manejo actual de los residuos sólidos hospitalarios se pueden separar en dos grupos, las fallas relacionadas con la educación ambiental y aquellas relacionadas con asuntos técnicos – operativos.

La carencia de un sistema de monitoreo y control en la aplicación de las normas de bioseguridad por parte de las autoridades del hospital, ha generado un problema de hábitos frente al manejo adecuado de los desechos sólidos en el personal involucrado en estas tareas.

Las deficiencias técnico-operativas están referidas a las condiciones higiénico-sanitarias de los trabajadores, el sistema de almacenamiento y recolección de los desechos sólidos, el aprovechamiento de los mismos, la estación de transferencia, y la separación y disposición final de los desechos peligrosos y especiales generados en laboratorios y morgue. A continuación se explican a grandes rasgos las deficiencias identificadas:

- La cantidad de recolectores versus producción de desechos es insuficiente.
- En el HAN se genera una cantidad significativa de desechos inorgánicos; una buena parte proviene del área de la cocina y cafeterías.
- No se da una separación de los desechos sólidos hospitalarios desde la fuente, lo que genera un impacto en la salud de los trabajadores ligados con la recolección de los mismos.
- Los desechos peligrosos y especiales se acumulan y cuando éstos se disponen para su recolección no son separados para tratarlos o manejarlos adecuadamente, provocando un pasivo ambiental.
- Los trabajadores no cuentan con las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas para el tipo de trabajo que realizan: no utilizan equipos de protección laboral, carecen de servicios higiénicos y productos básicos de higiene personal, y no se realizan chequeos médicos periódicos.
- El sistema de recolección necesita algunos ajustes: Colocar rampas en las rutas de recolección y aumentar la cobertura en algunas áreas (esto es variable debido a la gran cantidad de cambios que se están dando en la infraestructura del hospital); además, el vehículo de recolección se encuentra en mal estado (se encuentran dañados los orificios por donde se evacua el agua al realizar el lavado de éstos, ocasionando la filtración de líquidos al momento de la recolección de los desechos por los pasillos).
- La estación de transferencia utilizada como sitio de almacenamiento terciario temporal carece de una rampa que facilite el trasiego de los desechos desde los carretones hacia los contenedores. Además, generalmente se encuentra sucia, conteniendo bolsas de desechos tiradas alrededor dando un mal aspecto al hospital.

B) Oportunidades

Existe voluntad de las autoridades del HAN de solicitar y gestionar financiamiento al MINSA, organizaciones, programas etc, para implementar el **Plan integral de manejo de desechos sólidos hospitalarios**.

9.5.1.3 Alcances

❖ Área

El área que abarca el plan integral de manejo de desechos sólidos hospitalarios en el HAN comprende el área construida, (para mayor comprensión ver plano en el [anexo 2](#)).

El alcance del plan no incluye los terrenos que formaban parte del MINSA y este donó para realizar la construcción del incinerador que se encuentra en mal estado.

❖ Período de planificación

Se recomienda que el plan comprenda un período de planificación de 3 años, seccionado de la siguiente manera:

Corto Plazo: Inicio – 6 meses.

Mediano Plazo: mes 7 – mes 18.

Largo Plazo: mes 19 – mes 36.

❖ Tipos de desechos sólidos hospitalarios a considerar

El plan incluye todos los desechos sólidos hospitalarios (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) generados en el Hospital Alemán Nicaragüense (HAN).

❖ **Población meta**

El plan engloba a todos los miembros de la comunidad del hospital: doctores, enfermeras, personal de limpieza y trabajadores administrativos. Además, en términos de educación ambiental, el plan incluye de manera indirecta a los trabajadores de cafeterías y otro personal que trabaja dentro del hospital.

9.5.1.4 Objetivos del plan

1. Disminuir el impacto ambiental de los desechos sólidos hospitalarios y el riesgo laboral a partir del manejo integral de los mismos.
2. Desarrollar la conciencia ambiental de los miembros de la comunidad hospitalaria a través de su capacitación, educación y sensibilización acerca del manejo integral de los desechos sólidos hospitalarios; promoviendo además su participación en las actividades del Plan de Acción del HAN.
3. Proteger la salud de los miembros de la comunidad hospitalaria vinculados directa e indirectamente con el manejo de los desechos sólidos hospitalarios.

❖ **Lineamientos estratégicos del plan**

Con base en las características particulares del hospital HAN, los objetivos del presente Plan y los aspectos técnicos planteados en la Política Nacional Sobre Gestión Integral de Desechos Sólidos hospitalarios, se establecieron los siguientes lineamientos:

1. Mejorar los aspectos administrativos y técnicos-operativos del manejo actual de los desechos sólidos hospitalarios.
2. Reducir la generación de desechos sólidos peligrosos hospitalarios.

3. Proporcionar un manejo ambientalmente adecuado a los desechos peligrosos y especiales.

9.5.1.5 Alternativas de manejo integral de los desechos sólidos hospitalarios del HAN

A continuación se presentan las alternativas identificadas para cumplir con los objetivos del Plan:

- A.** Mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de los trabajadores ligados a la recolección de los desechos sólidos Hospitalarios.
- B.** Reducir el consumo de recipientes desechables y productos con envases no aprovechables.
- C.** Separar los desechos desde la fuente.
- D.** Separación de los desechos orgánicos no peligrosos de los desechos peligrosos.
- E.** Confinar los desechos sólidos peligrosos generados en el HAN.
- F.** Acondicionar las rutas de recolección de desechos.
- G.** Acondicionar el sitio de almacenamiento temporal interno o estación de transferencia de los desechos sólidos hospitalarios del HAN.

En las alternativas se excluye la educación ambiental, ya que este es un eje transversal que se encuentra incluido dentro de las acciones de cada alternativa expuesta. (El Plan de Manejo Seguro de los DSH se encuentra detallado en el **anexo 6**).

9.5.1.6 Propuesta de equipo adecuado para la recolección y transporte interno y externo del HAN

a- Propuesta de equipos de protección y medidas de seguridad para el personal de recolección y transporte interno de los DSH

Para prevenir accidentes laborales en el personal relacionado con el almacenamiento, recolección y transporte interno de los DSH del HAN (médicos, enfermeras, personal de limpieza y mantenimiento), se recomiendan las siguientes medidas de salud, protección, seguridad e higiene laboral, de acuerdo con la literatura consultada:

I. Personal médico y de enfermería:

- Deberán ser vacunados contra la hepatitis B.
- Siempre usarán guantes y gabacha o bata. Usarán protector ocular y mascarilla cuando tengan que manipular sangre u otras secreciones corporales.
- Desecharán los guantes si éstos se han perforado. En esa situación se deben lavar las manos y colocarse otro par de guantes.
- No tocarse los ojos, la nariz, mucosas, ni la piel con las manos enguantadas.
- El material desechable ya utilizado en ambientes potencialmente infecciosos, como gabachas, delantales, mascarillas, guantes, etc., debe empaquetarse apropiadamente en bolsas plásticas rojas, cerrarlas bien y etiquetarlas como "Desechos Infecciosos".
- Si la persona tiene heridas abiertas o excoriaciones en las manos y brazos, debe protegerlas con bandas impermeables.
- No readaptarán el protector de la aguja con ambas manos, sino con la técnica de una sola mano. Para evitar pincharse, coloque el protector en una superficie plana; de ahí presione la jeringa para que la aguja entre al protector y posteriormente asegúrela para que quede bien sellada.

II. Trabajadores de servicios generales encargados de la recolección, transporte y almacenamiento interno de los DSH:

- Se lavarán las manos con agua y jabón después de finalizar su tarea.
- Deberán ser vacunados contra la hepatitis B (3 dosis como mínimo) y el tétano.
- Dispondrán y utilizarán equipos de seguridad personal: guantes de goma gruesos de resistencia adecuada, con características anticortantes e impermeables; botas de goma, uniformes, delantales plásticos gruesos pero livianos y resistentes a ácidos; protectores buconasales de preferencia con filtros para bacterias; protectores plásticos resistentes para ojos, así como cobertores para cabeza, por ejemplo de espuma.
- Dispondrán de equipos para higiene personal (desinfectantes y jabón, por ejemplo).
- Dispondrán de los materiales para el lavado, desinfección y esterilización de los contenedores y del área de almacenamiento. Estas operaciones se pueden llevar a cabo con el uso de equipos de lavado a vapor o, en su ausencia, usando agua, jabón e hipoclorito de sodio o de cal en concentraciones comerciales (lejías).

- Se lavarán las manos con frecuencia y cada vez que vayan a la sala de descanso del personal para beber, comer, maquillarse, etc.
- En caso de cualquier tipo de accidente, de rotura o vuelco de cualquier contenedor de DSH/P, avisarán inmediatamente al funcionario responsable del departamento que se encarga del manejo de los DSH. No tratarán de reparar las consecuencias del accidente sin estar autorizados y capacitados para hacerlo.
- No vaciarán ningún recipiente que contenga desechos, a menos que haya un letrero o instrucciones indicando cómo hay que hacerlo.

b- Propuesta de equipos de recolección y transporte interno y externo de los DSH

I. Transporte interno:

Para el transporte interno de los DSH de forma segura desde las fuentes de generación hasta el sitio de almacenamiento temporal, se recomienda que los carros transportadores cumplan con las siguientes normas:

- Tener un tamaño adecuado acorde con la cantidad de residuos a recolectar y con las condiciones del centro.
- Ser estables para evitar accidentes o derrames y ser cómodos para el manejo.
- Utilizar carros de tracción manual con llantas de caucho, para lograr un amortiguamiento apropiado.
- Los carros recolectores serán utilizados exclusivamente para transporte de desechos.
- El carro recolector no entrará a las áreas de diagnóstico y tratamiento de pacientes, se estacionará en un pasillo cercano o en un lugar en donde no interfiera en la circulación.
- El empleado asignado entrará al sitio de almacenamiento, tomará los recipientes y los transportará al almacenamiento temporal y final.
- Los recipientes irán herméticamente cerrados.
- Al final de la operación, los carros serán lavados y, en caso de contacto con desechos infecciosos, serán sometidos a desinfección.
- Contará con un equipo para controlar derrames: material absorbente, pala, equipo de limpieza y desinfección y equipo de protección personal.
- Debe controlarse que no haya residuos en los coches ni que se provoquen derrames por una mala técnica de transporte.

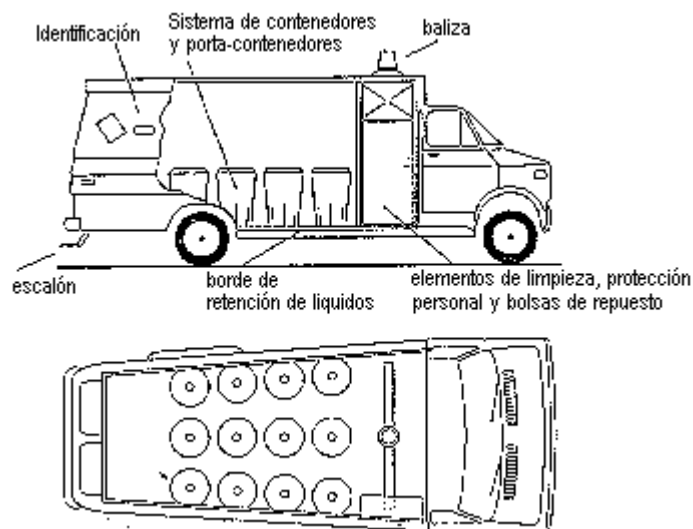
- **Transporte externo:**

Según la literatura consultada, el transporte externo de los DSH debe hacerse en vehículos especiales, debido a que generalmente cruzan por lugares poblados en las ciudades, exponiendo a los habitantes y al ambiente a los peligros de contaminación que traen consigo los desechos sólidos procedentes de centros hospitalarios.

De acuerdo con las Normas para el Manejo y Eliminación de los Residuos Sólidos Peligrosos del MINSA (2002), se propone que La Alcaldía de Managua o el mismo MINSA adquieran un camión contenedor de 2 m³ de capacidad (de acuerdo a los datos obtenidos del anexo 6) para el transporte externo de los DSH que cumplan con los siguientes requisitos:

- Debe ser de caja cerrada, herméticas y contar con el sistema de captación de escurrimiento, además de sistema de carga y descarga. En ningún caso se debe utilizar para el transporte de los residuos sólidos peligrosos camiones compactadores.
- La altura interior mínima del espacio de carga debe ser de 2 metros, de tal manera que una persona de estatura promedio pueda trabajar de pie.
- Cuando los residuos se almacenan en contenedores, no deben apilarse unos encima de otros en forma insegura e inestable. Cuando se hace necesario estibar más de uno, la cantidad máxima de contenedores apilados será la que especifique el fabricante del contenedor.
- El cajón del camión tiene que contar con un sistema que permita sujetar las bolsas y/o asentar los contenedores para impedir que se deslicen durante el transporte.
- El cajón del camión debe cerrarse con llave, manteniéndose esta condición durante su transporte.
- Las puertas del cajón del camión deben estar ubicadas en la parte trasera y permitir un giro de 180 grados.

- El camión debe ser estable y de operación silenciosa, de modo que el transporte pueda lograrse con un mínimo de esfuerzo e inconvenientes.
- El camión recolector de residuos peligrosos debe llevar rótulos que indiquen la presencia de material peligroso y el logotipo universalmente conocido, según el tipo de desecho.
- Para vehículos recolectores de residuos peligrosos biológicos – infecciosos, deberán contar con sistemas de enfriamiento para mantener los residuos a una temperatura de 4°C.
- Los residuos sólidos peligrosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.
- Los residuos sólidos peligrosos biológicos – infecciosos y de origen industrial deberán ser recolectados y transportados por separado.



Características de los vehículos de transporte externos

- Además recomendamos que se realice una carga por día dos veces a la semana y que una vez que se adquiera el predio donde se realizará la disposición final se defina una ruta adecuada a seguir dada las características especiales de los desechos (de acuerdo a los datos obtenidos en el **anexo No. 7 a, b y c**).

- En caso de accidentes, el MINSA debe contar con otra unidad de transporte y con el personal capacitado para el control de esta situación.

9.5.1.7 Estrategia de implementación

La implementación del plan de acción está orientada a definir y organizar el trabajo de las partes vinculadas con el manejo de los desechos sólidos hospitalarios en el HAN, así como promover la participación activa de los miembros de la comunidad hospitalaria en el manejo integral de los desechos sólidos hospitalarios.

Para la puesta en marcha del plan, los responsables de cada acción –designados por el Subcomité de desechos sólidos hospitalarios– deberán determinar los costos y plazos para la ejecución de cada acción.

Se debe priorizar la implementación de las acciones para las cuales el hospital cuenta con recursos humanos y económicos, sin olvidar que algunas acciones no tienen efecto sin previas capacitaciones o campañas.

El Subcomité de desechos sólidos hospitalarios, con apoyo de los doctores, enfermeras y trabajadores, deberá formular proyectos para financiar la ejecución de acciones que requieran mayor inversión. El Subcomité de desechos sólidos hospitalarios deberá presentar este plan y los proyectos a instituciones que puedan brindar la asistencia económica necesaria para llevar a cabo el plan de acción.

Para obtener los resultados deseados, deberá existir una buena coordinación entre el Subcomité de desechos sólidos y los responsables de cada acción, quienes además deberán de contar con el apoyo de los doctores enfermeras y trabajadores con conocimientos y experiencia en cada tema.

9.5.1.8 Evaluación y seguimiento

La evaluación y seguimiento de los avances del plan de acción serán responsabilidad del Subcomité de desechos sólidos hospitalarios, en coordinación con la Dirección del hospital.

El monitoreo y seguimiento constituirá una práctica rutinaria del plan. Esta actividad consistirá en la continua recolección de información y tratamiento de datos que permita descubrir anomalías durante la ejecución de las actividades a fin de tomar las medidas necesarias para el logro de los objetivos propuestos.

El monitoreo del plan estará basado en la presentación de informes cuatrimestrales de avance técnico y financiero, elaborados por cada una de las áreas o departamentos involucrados, las cuales los remitirán a la coordinación del Subcomité de desechos sólidos hospitalarios. El reporte de avance deberá ser breve, indicando el avance en las actividades y resultados planificados para cada cuatrimestrales (en cantidad y porcentaje), durante todo el período de ejecución del plan. También deberá incluir la planificación de actividades para el siguiente cuatrimestre, todo ello, tomando como base el cronograma general de actividades y los Indicadores establecidos para cada actividad incluida en el plan.

Además de la información cuantitativa, los informes deberán incluir una valoración cualitativa, que permita describir las barreras o problemas encontrados en el desarrollo de las actividades y alternativas de solución, así como los aspectos que han permitido potencializar los resultados obtenidos a la fecha.

Por medio de reuniones periódicas con los diferentes actores, el Subcomité de desechos sólidos deberá asegurar el cumplimiento de las metas planteadas en cada sub-programa, basándose en los indicadores estipulados. Además el Subcomité verificará el cumplimiento de los plazos establecido para la ejecución de cada acción.

Será necesaria la realización de reuniones anuales en las que se evalúe el cumplimiento de los objetivos de cada sub-programa y su correspondencia con las metas e indicadores correspondientes. Como resultado de esta evaluación, se deben establecer las medidas correctivas necesarias para alcanzar los objetivos del plan integral de manejo de desechos sólidos hospitalarios, procurando el mejoramiento continuo del mismo.

Los avances y ajustes del plan de acción deberán ser plasmados en un informe anual, el cual será divulgado a través de la Dirección de Relaciones Públicas del hospital.

9.5.2 Propuesta de construcción de un depósito para el almacenamiento temporal interno de los DSH del HAN

En la sección 9.3.1.5 de esta tesis, hemos descrito como lo que es el sitio de almacenamiento temporal terciario de los DSH del HAN, expusimos además que este sitio no cumple con los requisitos que recomiendan las instituciones rectoras en materia de salud, por lo que a continuación se realiza una propuesta para la construcción de un depósito temporal terciario para los DSH que a diario se producen el HAN de acuerdo al CEPIS/OPS:

a) Ubicación: Debe estar ubicado en un área exterior a los edificios del hospital, a una distancia mínimo de ocho metros, de fácil acceso y no debe ser propensa a inundarse. Deberá evitarse la interferencia con el funcionamiento y circulación de personal de otras áreas como cocinas, lavanderías, sitios de reunión, oficinas, talleres, áreas de atención a los pacientes y usuarios, lugares de ingreso o descanso de personal y visitantes.

b) Dimensiones: La capacidad mínima de almacenamiento deberá ser 3 veces el volumen de los residuos generados en el establecimiento.

9.5.2.1 Normativas de funcionamiento

a) Período de almacenamiento y recolección: El período máximo de almacenamiento temporal a temperatura ambiente no deberá exceder las 48 horas, por lo que el HAN deben tomar las medidas correspondientes para que sean retirados con la frecuencia requerida.

b) Acceso: Las autoridades respectivas deberán tomar las medidas para cumplir con lo aquí estipulado, así como la supervisión del cumplimiento de las normas. El acceso será restringido para todo el personal del hospital, excepto para las personas encargadas de transportar los DSH del retiro y de la limpieza del mismo.

- c) **Recipientes:** Los recipientes o contenedores a utilizar estarán definidos de acuerdo al tipo de desechos sólidos. En el caso de recipientes para desechos comunes, alimenticios o biológico-infecciosos, deben ser impermeables y de bordes redondeados para facilitar su limpieza. Todos los recipientes a usar dentro del depósito deben poseer su respectiva tapa.
- d) **Organización interna:** Deberán existir áreas específicas de almacenamiento para los diferentes tipos de desechos, los cuales a su vez deberán llegar al depósito debidamente identificados con los rótulos correspondientes.

Estas áreas deben ser:

- Área de residuos comunes
- Área de residuos biológico-infecciosos
- Área de residuos punzo-cortantes
- Área de residuos alimenticios
- Área de residuos recuperables (preferible en un lugar separado del depósito)
- Desechos químicos y farmacéuticos. En caso debido a que en el HAN no existe un plan de recolección de residuos lo suficientemente desarrollado, el depósito final como mínimo, deberá contar con las siguientes áreas:
 - Área de residuos comunes
 - Área de residuos peligrosos
 - Área de residuos alimenticios
 - Área de residuos recuperables (preferible en un lugar separado del depósito).

- e) **Señalización:** Se deberán colocar letreros visibles y alusivos a la peligrosidad de los desechos en las puertas del depósito. Dentro del mismo se deberá colocar letreros que identifiquen los recipientes y las áreas asignadas a los diferentes tipos de desechos, según la clasificación antes mencionada.

- f) **Servicios básicos:** Internamente el depósito debe contar con: Ventilación, luz eléctrica, baño y servicio sanitario para personal, una pileta para la limpieza y desinfección del depósito y carros de recolección. Debe haber un tubo con prevista para manguera y una caja de registro para los desagües.
- g) **Espacio interno:** Deberá disponerse de suficiente espacio interno que permita el almacenamiento de contenedores extras. Además, es necesario garantizar el acceso y tránsito de los carros de recolección interna y externa así como para la movilización del personal de aseo.
- h) **Extintor:** El depósito deberá contar con un extintor en buenas condiciones de funcionamiento y debidamente cargado.
- i) **Ventilación:** Disponer de ventilación independiente que proporcione aire fresco y seco. Si se usa block, celosías, o algún otro material para dar ventilación, debe colocarse detrás de éstos, malla tipo cedazo para impedir el paso de vectores, todo tipo de insectos y roedores.
- j) **Limpieza:** El depósito deberá ser lavado con agua a presión, cepillo y detergente, las veces que sea necesario durante el día, y deberá ser desinfectado con líquido germicida (cloro al 10%) al menos una vez a la semana.
- k) **Autoclave:** Deberá disponerse un área específica para colocar un autoclave. Esta área deberá tener suficiente ventilación y espacio para que se pueda colocar el tipo de autoclave indicado para ese fin, sin problemas. La elección del tipo de autoclave queda a criterio de las autoridades del HAN, considerando el volumen y tipo de desechos generados. En caso de que pueda incorporarse un autoclave al depósito, es necesario establecer un horario y rutas para el traslado de todo material contaminado.

9.5.2.2 Normativas de construcción

- a) **Pisos:** Deberán ser lisos, libres de juntas de expansión o cualquier tipo de comunicación que impida la limpieza del depósito o la expulsión de líquidos del área de almacenamiento. Con una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada, que permita el escurrimiento hacia parrillas que recojan sólidos y desagües hacia el alcantarillado sanitario.
- b) **Paredes:** Deberán ser lisas (de bloques de concreto) para fácil lavado, con aberturas de ventilación provistas de protección contra el ingreso de roedores e insectos. Las juntas entre paredes y pisos deben ser redondeadas para facilitar la limpieza. Internamente debe construirse una pared o muro que divida apropiadamente las distintas áreas del depósito.

La altura de las paredes externas tendrán como mínimo 2,5 metros, medidos desde el nivel de piso terminado. Queda a criterio de las autoridades del HAN dar una altura mayor a la pared para aumentar la ventilación.

c) **Puertas:** Preferiblemente construidas con láminas de hierro negro con punta de diamante, con un ancho mínimo de 1,5 metros que faciliten el paso de los carros recolectores.

d) **Techos:** Deberán cubrir completamente el área de almacenamiento y estar en buenas condiciones para impedir infiltraciones.

e) **Cielo raso:** El cielo raso se colocará por razones de estética, aislamiento y disminución de la temperatura dentro del depósito. Se sugiere utilizar un tipo de material que cumpla funciones de cubierta y cielo raso al mismo tiempo.

f) **Distribución en planta:** Se adjunta en el anexo **No. 1**

9.5.3 Propuesta de sistema de tratamiento y disposición final alternativo para los DSH/P generados en el HAN

En la sección 7.9 de este trabajo, se ha expuesto ampliamente todos los sistemas de tratamiento existente para los desechos sólidos peligrosos provenientes de fuentes hospitalarias; se han señalado también las ventajas y desventajas de cada sistema de tratamiento; los criterios que deben tomarse en cuenta a la hora de seleccionar alguno de ellos, así como la disposición final que debe darse a este tipo de desechos.

Considerando que el Hospital Alemán Nicaragüense ya cuenta con un sistema de tratamiento para sus desechos sólidos peligrosos (restos patológicos y cortopunzantes), como es el sistema de incineración, nuestra propuesta de sistema de tratamiento y disposición final para los desechos sólidos hospitalarios peligrosos, se limita a un sistema alternativo en caso de que el incinerador falle por algún motivo previsto o imprevisto (mal uso, desperfectos, falta de recursos económicos para su funcionamiento, etc.).

Tal y como se ha tratado en la sección 7.9, no existe un solo sistema de tratamiento para desechos sólidos hospitalarios que sea cien por ciento efectivo, todos tienen sus ventajas y desventajas.

En el caso del incinerador del HAN, las autoridades competentes y el Subcomité de Manejo de Desechos Sólidos de éste hospital, deben estar concientes que si bien el incinerador que actualmente poseen satisface su demanda, este equipo puede dejar de funcionar temporalmente por causas previstas o imprevistas y en este caso, necesitan contar con un sistema de tratamiento y disposición final alternativo de los desechos sólidos peligrosos (restos orgánicos y cortopunzantes), que les permita en todo momento evitar consecuencias graves generadas por un mal manejo de éstos desechos.

Considerando la peligrosidad de los desechos sólidos hospitalarios peligrosos (restos orgánicos y cortopunzantes), éstos deben recibir un pretratamiento antes de su disposición final, para lo cual se propone utilizar algún tipo de desinfectante como la cal para evitar malos olores y matar bacterias.

El sistema de tratamiento y disposición final alternativo que nosotras proponemos es un **Relleno de Emergencia**, el cual según la literatura consultada es un método provisional y es adecuado tanto para desechos infecciosos (en este caso los restos patológicos, como para objetos cortopunzantes).

Este sistema de tratamiento es similar al que el HAN utilizaba antes de adquirir el incinerador, pero en este caso, deberá ser operado siguiendo todas las recomendaciones dadas en la sección 7.10.4 para que sea efectivo.

La literatura consultada recomienda construir un relleno de emergencia de la siguiente forma: Se cava una zanja de un metro de ancho, dos metros de largo y 1,5 metros de profundidad, de preferencia en un suelo impermeable no rocoso. El fondo de la zanja debe ser 1,5 metros más alto que el nivel del acuífero no confinado. Los residuos se colocan en la zanja hasta alcanzar un metro y luego se llena con tierra. El proceso es apropiado para objetos cortopunzantes, residuos infecciosos y, eventualmente, residuos químicos y farmacéuticos.

Los criterios que tomamos en cuenta para proponer este sistema de tratamiento alternativo son:

- El bajo costo de construcción
- Los costos de gestión y mantenimiento
- La cantidad de restos patológicos y cortopunzantes que se producen a diario en las diferentes salas de atención a pacientes del HAN.

Tal y como mencionamos anteriormente, todo sistema de tratamiento tiene sus ventajas y desventajas. En este caso podemos considerar como ventajas las siguientes:

- La disponibilidad de un terreno cercano y amplio a las instalaciones del HAN para hacer varias fosas.
- Los costos económicos tanto de establecimiento como de mantenimiento son bajos.
- Pueden tratarse tanto los desechos infecciosos (restos patológicos) como los cortopunzantes que son los que más peligro representan para las personas y para el medioambiente en general.

- La cantidad de desechos infecciosos que se producen a diario en las diferentes salas de atención a pacientes en el HAN es poca, por lo que es apropiado para tratarlos de ésta manera (Desechos patológicos: 10.75 Kg/promedio/día; cortopunzantes: 14.93 Kg/promedio/día).
- Los desechos infecciosos no necesitan de un tratamiento previo, se pueden enterrar directamente.
- Está permitido el uso de este tipo de sistema de tratamiento por las normas y los reglamentos sanitarios del país.

Las desventajas consideradas son:

- No se conocen las características del suelo en este terreno, por lo que puede haber riesgos de contaminación al manto acuífero.
- Riesgos de malos olores si los restos patológicos no se cubren adecuadamente con tierra.
- Es un sitio a cielo abierto, por lo que pueden acceder fácilmente a él tanto animales como personas y causar daños por la exposición de los restos enterrados.
- Se necesita de personal capacitado para operar este tipo de sistema de tratamiento.
- Los restos cortopunzantes deben recibir algún sistema de tratamiento antes de ser enterrados.

El HAN ha utilizado el sistema de incineración artesanal de los objetos cortopunzantes, pero se ha demostrado que este tipo de tratamiento no es efectivo para estos residuos, ya que la incineración es parcial y la mayoría de estos residuos quedan intactos, por lo que se propone que las agujas, bisturí y todo aquel residuo cortopunzante reciba un tratamiento especial antes de ser depositados en el rellano de emergencia; por el peligro que representan para el personal que los maneja y en el caso de que puedan ser desenterrados por animales o por personas ajenas al hospital.

En este caso y de acuerdo con la literatura consultada se propone como sistema de tratamiento el **Encapsulado**, por ser una opción, simple, económica, segura y viable para el HAN y también puede aplicarse a productos farmacéuticos. Los residuos cortopunzantes se disponen en un envase hasta ocupar tres cuartos y se vierte sustancias tales como cemento líquido, arena bituminosa o espuma plástica, hasta llenar el recipiente. Cuando la sustancia se seca, el envase puede ser dispuesto dentro del relleno de emergencia.

Este sistema de tratamiento presenta la desventaja de no ser recomendable para residuos infecciosos no cortantes.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el sistema de disposición final recomendado para los desechos sólidos hospitalarios peligrosos propuesto, es para utilizarse únicamente cuando el incinerador actual falle temporalmente, pero se debe tener en cuenta que existen varias razones por las cuales este incinerador puede dejar de funcionar definitivamente, en este caso los DSH/P, no pueden ser depositados en el relleno de emergencia propuesto, sino que deberán ser enviados a un relleno sanitario especialmente diseñado para los DSH como el propuesto a continuación, pero habiendo recibido primeramente su sistema de tratamiento como ya se indicado.

9.5.4 Propuesta de sistema de disposición final para los DSH generados en el HAN

Como parte del sistema de gestión integral de los DSH que se producen en el HAN, se propone además un sistema para la disposición final de aquellos desechos sólidos comunes que constituyen la mayoría de los desechos generados, de acuerdo con los resultados obtenidos de este estudio.

Considerando que los desechos sólidos hospitalarios constituyen una fuente de contaminación ambiental, independientemente de que estos sean los comunes pero debido a que no se segregan desde el origen y al momento de la recolección se mezclan indistamente, se convierten en peligrosos por lo cual no deben seguirse depositando en los botaderos comunes donde cada día miles de personas recolectan desechos para sobrevivir. Ante esta situación, se propone la construcción de un **relleno sanitario mecanizado** exclusivo para los desechos sólidos hospitalarios. Para ello el HAN o el MINSA deben adquirir un terreno de 0.5 manzanas para la construcción de un relleno sanitario mecanizado, para un periodo de vida de 20 según los cálculos efectuados en el **Anexo No. 7**.

Las especificaciones técnicas propuestas para este relleno sanitario mecanizado son las siguientes:

- Se recomienda que el método de construcción para el relleno sanitario a utilizar sea el de trincheras o zanjas por ser el de más fácil operación y manejo.
- Profundidad de trincheras de 3 metros.

- Ancho de trincheras de 4 metros,
- Logitud promedio de trincheras 10 metros.
- Material de cobertura de 1.20 metros.

Este relleno sanitario deberá cumplir con las siguientes características, según las recomendaciones de la OPS/CEPIS (2002):

- **Ubicación:** Fuera de área pobladas pero cerca de una vía pública principal y de uso permanente.
- **Características del terreno:** Tener en cuenta el tipo de suelo, permeabilidad, profundidad del manto freático, disponibilidad del material de cobertura, etc.
- Contar con un sistema de drenaje perimetral de aguas de lluvias.
- **Construcciones auxiliares:** Contar con un muro o cerco perimetral, área de amortiguamiento y protección, caseta de control y vigilancia, instalaciones sanitarias, patio de maniobras, cartel de presentación, etc.

Para la operación de este relleno sanitario, el HAN o el MINSA deberán adquirir además un tractor de oruga y una retroexcavadora, los cuales son necesarios tanto para la etapa de construcción como operación, recordando que este tipo de relleno no debe ser operado manualmente por el tipo de desechos que en él serán depositados.

X. CONCLUSIONES

A continuación, se exponen las conclusiones a las que se llegaron de acuerdo a los datos y resultados obtenidos de la realización de este estudio.

- Dentro del Sistema organizacional del HAN, se encuentra el Subcomité de Desechos Sólidos, el que desarrolla un Sistema de Gestión Operativa Interna de DSH. Este sistema funciona con muchas limitantes, pues se observó una serie de problemas en el establecimiento y aplicación de este sistema. Uno de los principales problemas observados, es con relación a los escasos recursos financieros con los que cuentan para llevar a cabo las actividades propuestas.
- Referente a los aspectos organizativos y al grado de conciencia apreciada en el personal del hospital, se observó que son relativamente bajos, ya que aún con la existencia de un Plan de Manejo Integral que contempla un componente de capacitación, no se logra llevar a cabo el cumplimiento de este.
- Lo anterior se afirma debido a que durante el periodo de muestreo como validación de datos, se observó que el personal encargado de la recolección interna de los DSH, a veces no usa sus equipos de protección personal, aunque estén concientes del riesgo que corren con la manipulación inadecuada de estos desechos. Por una parte, esta situación puede deberse a que los equipos no son los apropiados para el trabajo que realizan y por otra, debido a los hábitos culturales arraigados en los trabajadores.
- El manejo de los DSH del HAN en términos generales no es objeto de una vigilancia sistemática que garantice un control efectivo de los mismos. Estos solo son recolectados con algún grado de precaución únicamente en el manejo interno, obviando el tratamiento y la disposición final.
- Los resultados de producción de DSH en general en el HAN son un poco altos (2,497.95 Kg), comparados con los obtenidos en un estudio realizado en 1999 en los hospitales Berta Calderón, Lenín Fonseca y Manolo Morales en el cual se menciona una producción total de

DSH en kilogramos de 1,690.5 Kgs, 1,854.98 Kgs y 1,994.97 Kgs respectivamente, de igual manera estos resultados son altos con los reportados en el Hospital Militar Alejandro Dávila Bolaños en 1999, donde se reportan una producción total de 1,929.99 Kgs.

- Se encontró que las áreas de atención a pacientes que mayor cantidad DSH generan son el **quirófano y cirugía** (85.45 Kg/promedio/día).
- De manera general, se observó que existe una serie de problemas alrededor del manejo seguro de los desechos sólidos en el HAN. Por ejemplo; no hay una segregación adecuada de los desechos peligrosos con los comunes. Se observó que los restos de cocina se mezclan con los desechos de las áreas de atención a pacientes, convirtiéndolos así en potencialmente peligrosos. Los únicos desechos que se observó no se mezclaban con el resto, son los desechos patológicos, específicamente las placentas, pues estas son segregadas desde la sala de labor y partos donde se originan, para enterrarlas o incinerarlas. El resto de los desechos se mezclan indistintamente.
- Aunque se usan las bolsas plásticas en los recipientes contenedores de DS en las salas de generación, estas bolsas son de un solo color por lo que los desechos sólidos se depositan en ellas sin separación de ningún tipo. También, durante el transporte interno existe mezcla de desechos peligrosos con comunes, además, no son transportados de manera adecuada y segura al sitio de almacenamiento temporal interna del HAN.
- Es de vital importancia la separación de los DSH, peligrosos del resto, para brindarles un manejo adecuado, de acuerdo con las normas de bioseguridad nacionales e internacionales establecidas para tal fin.
- Los tipos de DSH que se generan en el HAN son: Plásticos, telas, papel, aluminio, orgánicos, vidrio, cortopunzantes y restos patológicos. En términos de cuantificación, son los desechos patológicos y los orgánicos los que representan el mayor porcentaje, mientras que los desechos que menos porcentaje aportan a la generación, son el vidrio y el aluminio.

- La densidad promedio registrada durante el muestreo de todos los DSH a excepción de los cortopunzantes fue de 509.51 Kg/m³. Los DSH más densos fueron los restos patológicos y los orgánicos (315.47 Kg/m³ y 88.57 Kg/m³, respectivamente), mientras que los menos densos fueron el vidrio y el aluminio, 0.00 Kg/m³ y 5.97 Kg/m³ correspondientemente.
- El sistema de disposición final utilizado con los desechos patológicos antes de adquirir el incinerador era el enterramiento, se observó que esta disposición final se realizaba de una manera deficiente, creándose el riesgo de ocasionar problemas ambientales y propagación de vectores.
- Se constató que el sistema de tratamiento que se aplicaba a los objetos era la quema, este tratamiento no es el adecuado, porque no se obtenía una incineración total de los objetos cortopunzantes. Según verificación realizada en el sitio cuando se adquirió el incinerador y éste ya estaba funcionando, la quema seguía siendo el sistema de tratamiento empleada a estos desechos.
- El sitio de almacenamiento temporal interno no presta las condiciones adecuadas al no contar con los requerimientos mínimos recomendados por los Organismos Rectores en materia de salud humana, como OPS/OMS y CEPIS: No posee dimensiones mínimas de almacenamiento, no cumple con ninguna de las normativas de construcción (paredes, techo, pisos, puertas, etc.), además, no poseen normativas de funcionamiento (señalización, servicios básicos, extintores, etc.). En las condiciones actuales, este sitio es propicio para la propagación de vectores y la contaminación ambiental al encontrarse al aire libre y de fácil acceso para animales (perros, aves, etc.) y personas.
- Se observó que existe deficiencia por parte de la Alcaldía de Managua en cuanto a la recolección de los desechos sólidos en éste hospital, lo que ocasiona acumulación de los mismos, propiciando aún más la proliferación de vectores y dándole un mal aspecto al hospital. Ésta situación se agudiza debido a que el sitio de almacenamiento temporal interno no presta las condiciones para mantener DSH almacenados por mucho tiempo, y además, ni

el MINSA ni el propio HAN, cuentan con camiones recolectores adecuados para el transporte de los DSH generados, hasta el sitio de disposición final.

- El Plan de manejo integral de los DSH, el sistema de tratamiento alternativo y disposición final para los DSH (comunes y peligrosos, sin incluir los radiactivos) propuesto, pretende mejorar los aspectos administrativos, técnicos y operativos del sistema actual, reducir la generación de desechos sólidos hospitalarios y dar un manejo integral a éstos. Con este propósito se propone la adquisición de un terreno en las afueras de Managua para la construcción de un relleno sanitario mecanizado exclusivo para los DSH, además de la adquisición de dos camiones contenedores refrigerados por parte del MINSA o del HAN para el transporte seguro de los DSH hasta éste relleno.
- Tanto las autoridades superiores del HAN como el Subcomité de Manejo de los Desechos Sólidos hacen grandes esfuerzos por realizar una adecuada gestión de los desechos sólidos que se generan en el hospital, pero los problemas económicos y la falta de apoyo por parte del MINSA hacen que su labor se vea disminuida, no lográndose así alcanzar totalmente los objetivos que puedan plantearse en pro del manejo adecuado de los DSH. Por lo tanto, por más talleres de capacitaciones que se efectúen para informar y concienciar al personal del hospital sobre el manejo adecuado de los DSH, si no se cuenta con los fondos financieros y con el apoyo gubernamental, tales esfuerzos serán en vano.

XI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la construcción de un edificio para el depósito temporal interno de los DSH, de acuerdo a las normas de la OPS/OMS y CEPIS, propuesto en el acápite 9.5 de ésta tesis “Plan de manejo integral y sistema de tratamiento alternativo y disposición final de los DSH generados en el HAN”.
- Se recomienda que las autoridades que están vinculadas tanto del HAN, como del MINSA en este ámbito o problema del manejo de los DSH procedan a la búsqueda de los recursos económicos necesarios para lograr la implementación del plan propuesto en esta tesis.
- Las Autoridades correspondientes o los departamentos competentes del HAN deberán establecer mecanismos sólidos de controles para dar respuesta al traslado efectivo y eficaz de los DSH desde el sitio de almacenamiento temporal interno del hospital, hasta el sitio de disposición final. Para esto se propone la adquisición de dos camiones contenedores refrigerados para la recolección y el transporte de los desechos sólidos hospitalario del HAN. Así mismo se deberán diseñar las rutas y horarios adecuados para el traslado de los DSH hasta el sitio de disposición final.
- Se recomienda que el MINSA adquiera un terreno en las afueras de Managua para la construcción de un relleno sanitario mecanizado, exclusivo para la disposición final de los desechos sólidos hospitalarios. Este relleno deberá construirse de acuerdo con las normativas establecidas para su propósito mencionadas en el acápite 9.5.3.
- Reforzar el proceso de formación al personal intra hospitalario y de sensibilización para promover el cambio de actitud y las buenas prácticas en el manejo de los DSH, haciendo hincapié en el alto riesgo para la salud de ellos.
- Las autoridades del HAN deben asumir la responsabilidad de mejorar las condiciones de los trabajadores y proveerles de los implementos y accesorios necesarios tales como guantes, protectores de ojos, delantales, botas y ropa apropiada, etc. a los trabajadores encargados de

la recolección de los DSH para garantizar su seguridad de acuerdo a lo establecido en el acápite 9.5.1.6a de esta tesis.

- Se debe proveer de casetas techadas a todos los sitios de almacenamiento secundario existentes en el hospital, además de reubicar los existentes entre las Salas de Cirugía de mujeres y varones y el de las Salas de Ginecología I y II y situarlos según se muestra en el **Anexo No 4**.
- Con referencia a las rutas de recolección internas de los DSH, desde las áreas de generación hasta el sitio de almacenamiento temporal interno, es necesario establecer dos rutas con horarios y recorridos bien definidos, una de las rutas deberá ser empleada para el transporte de los DSH peligrosos y la otra para los DSH comunes. El sistema de ruteo para la recolección interna de los DSH, propuesto en este trabajo deberá ser considerado en futuras rehabilitaciones y/o en nuevos diseños.
- Se recomienda también la adquisición de por lo menos dos carros de recolección interna de DSH, para sustituir el que está actualmente en uso y que se encuentra en mal estado.

XII. LITERATURA CONSULTADA

Amador Tórrez, J. L. y Gonzáles López J. (1999). *Diagnóstico y Caracterización de los Desechos Sólidos del Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera “La Mascota”, Managua*. Tesis para optar al Título de Licenciado en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia y Tecnología del Ambiente. Managua, Nicaragua. 109 pp.

Arguello Quintero K. V. (2000). *Diagnóstico Situación sobre el Manejo de los Desechos Sólidos del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Arguello, León*. Tesis para optar al Título de Licenciada en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia y Tecnología del Ambiente. Managua, Nicaragua.

Castillo E. R y Almanza A. M. J. (1999). *Diagnóstico sobre el Manejo de los Desechos Sólidos Hospitalarios en el Hospital Humberto Alvarado Vásquez de Masaya*. Tesis para optar al Título de Licenciada en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia y Tecnología del Ambiente. Managua, Nicaragua.

Chang M. A. (1995). *Manejo y Tratamiento de Residuos Sólidos Hospitalarios*. Informe Técnico Final. Perú. 55 pp.

Gazo. H. J. (2004). Responsable de Departamento de Ornato y Limpieza del Hospital Alemán Nicaragüense. Comunicación personal.

- Gazo. H. J. (2005). Responsable de Departamento de Ornato y Limpieza del Hospital Alemán Nicaragüense. Comunicación personal.
- Grijalva I. (2004). Jefa del Departamento de Enfermería del Hospital Alemán Nicaragüense. Comunicación personal.
- Gutiérrez Z. A y Pereira C. S. (2004). Diseño de un Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Centroamericana. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Calidad Ambiental. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Managua, Nicaragua. 135 pp.
- Hernández S. R. & Fernández C. C. (1991). *Metodología de la Investigación*. México. 505 pp.
- López H. S. (2003). *Diagnóstico y diseño de rehabilitación sistema hidrosanitario, contra incendios y pluvial del Hospital Alemán Nicaragüense- MINSA*. Managua, Nicaragua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) (2004). *Bases de la Política Nacional Sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2003-2004*. Versión final. Managua, Nicaragua. 30 pp.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2003). *Ley General de Salud, Ley No. 423 y su Reglamento*. La Gaceta, Diario Oficial. Managua, Nicaragua. 65 pp.

Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC). (2002). *Norma para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos*. La Gaceta, Diario Oficial, junio de 2002. Managua, Nicaragua. 58 pp.

MINFIN, MINSA, OPS, OMS. (1992). *Resultados preliminares sobre el estado actual de los hospitales de Managua*. Managua, Nicaragua. 16 pp.

Ministerio de Salud (MINSA). (1992). *Hospital “Carlos Marx” en Managua: Sinónimo de buena atención en salud*. Managua, Nicaragua. 36 pp.

Ministerio de Salud (MINSA). (1989). *Disposiciones Sanitarias y Reglamento de Inspección Ciudadana*. La Gaceta, Diario Oficial. Managua, Nicaragua. 16 pp.

Ministerio de Salud (MINSA). (1980). *Reglamento General de Hospitales*. Managua, Nicaragua. 91 pp.

Ministerio de Salud. (1998). *Tecnología de tratamiento de residuos sólidos en establecimientos de salud*. Programa de Fortalecimiento de Servicios de Salud, Área de Residuos Sólidos Hospitalarios. Lima, Perú. 63 pp.

Peña, S. D. F & Wheelock C. L. J. (1999). *Estudio sobre manejo y disposición final de los desechos sólidos hospitalarios en Managua*. Tesis para optar al Grado de Maestro en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Ingeniería. Programa de Investigación en Docencia y Medio Ambiente. Managua, Nicaragua. 107 pp.

Rodríguez Y. R. (1999). *Diagnóstico y Caracterización del Manejo Actual de los Desechos Sólidos Hospitalarios del Hospital Militar Escuela Alejandro Dávila Bolaños, Managua*. Tesis para optar al Título de Licenciada en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia y Tecnología del Ambiente. Managua, Nicaragua.

Salas P. S. (1999). *Gestión de Residuos Peligrosos Hospitalarios*. Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá. Folleto 9 pp.

Tchobanoglous G. (1997). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Volumen I. Editorial McGraw Hill. México. D.F.

Trejos. N (2004). Director Subcomité de Desechos Sólidos Hospitalarios del Hospital Alemán Nicaragüense. Comunicación personal.

Trejos. N (2005). Director Subcomité de Desechos Sólidos Hospitalarios del Hospital Alemán Nicaragüense. Comunicación personal.

Velásquez Rocha F. J. (2000). *Diagnóstico Actual sobre el Manejo de los desechos Sólidos del Hospital José Nieborowsky del Departamento de Boaco*. Tesis para optar al Título de Licenciado en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencia y Tecnología del Ambiente. Managua, Nicaragua.

DOCUMENTOS EN LÍNEA

ALA 91/33. (1998). Gestión operativa interna de los DSH. Módulo 3. www.cepis.ops-oms.org

Barrantes H. H & Guevara A. E. *Guía para realizar estudio de generación de desechos sólidos de origen hospitalario*. www.cepis.org.pe

Fundación Natura. Licda. Marcia Zabala. *Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud*. www.cepis.ops-oms.org

Guías y Normas. *Manual de directrices depósitos de residuos sólidos en establecimientos de salud*. www.cepis.org.pe

Jaramillo Jorge. (2002). *Guía para el diseño, Construcción y operación de Rellenos sanitarios manuales*. OPS/CEPIS/PUB/02.93. www.cepis.ops-oms.org

Monge Gladys. (1997). *HDT 69/70: Manejo de residuos en centros de atención de salud*. Agosto-Diciembre 1997. www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt069.html

Umaña Granados J. G. (1996). *Gestión de los Desechos Sólidos Hospitalarios en las Capitales de Centroamérica*. Programa ALA 91/33. www.cepis.ops-oms.com

Universidad de Costa Rica. www.ucr.ac.cr,

www.unicauca.edu.co/universidad/uni-saludocupaconal/bioseguridad.php. *Normas de Bioseguridad*.

www.cepis.org.pe/bvsars/e/fulltext/resihos/resihos.pdf *Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud*. (1995).

www.cepis.ops-oms.org. *Sistemas de tratamiento y disposición final de los DSH/P*.

www.cdts.espol.edu.ec/htm/desechos.doc *Manejo de Desechos Hospitalarios: Aplicación a Incineración*

www.sibdi.bldt.ucr.ac.cr Sistema de Biblioteca. Universidad de Costa Rica.

www.elpanamerica.com.pa/archive/12212002/nacion/shtml. *Intentan mejorar manejo de desechos hospitalarios peligrosos*. Artículo del diario El Panamá América – EPASA. 21 de diciembre del 2002.

www.laprensahn.com/nacionales. *Hospitales de Honduras sin control en manejo de desechos.*

Artículo del diario La Prensa de Honduras. 20 de noviembre del 2000

www.ccss.sa.cr/germed/gestamb/samb18.htm. *Gestión operativa interna de los DSH. Módulo 3.*

Sección de Saneamiento Básico y Ambiental. Programa de Manejo Seguro de Desechos Hospitalarios.

ANEXOS